BBC

PALEONTOLOGIA IL MONDO SEGRETO DEI PRIMI MAMMIFERI

SCIENZE

RICERCA • TECNOLOGIA • ATTUALITÀ • FUTURO

Dominare le emozioni

Perché a volte ci capita di essere così pieni di rabbia? Come possiamo controllarla?

OLTRE LA CONOSCENZA

Dai bambini nati senza gravidanza all'interruzione dell'invecchiamento: le idee più radicali della scienza

Mi piacciono i film dell'orrore, ho qualcosa che non va?

Se mio figlio ha un amico immaginario mi devo preoccupare?

OBIETTIVO LUNA

LA NASA E L'EUROPA (CON IL RUOLO FONDAMENTALE DELL'ITALIA) SI APPRESTANO AD ALLUNARE E A COSTRUIRE UNA BASE PERMANENTE INTORNO AL NOSTRO SATELLITE NATURALE

TARIFFA R.O.C. - POSTE ITALIANE SPA - SPED. IN ABB. POST. D.L. 353/2003 (CONV. IN L. 27/02/2004 N.46) ART. 1, COMMA 1, S/NA

BIMESTRALE - N°82 - €5,90

P.I. 15-09-20 - SETTEMBRE/OTTOBRE

Sprea EDITORI

IN EDICOLA

Scansiona il QR Code

Acquistala su www.sprea.it
anche in versione digitale

SOMMARIO

ARTICOLI

18 CORONAVIRUS
Può rimanere sospeso nell'aria e infettare le persone a lunga distanza? Facciamo il punto

22 *COVER STORY*
OBIETTIVO LUNA
La NASA e l'ESA, con il contributo dell'Italia, si preparano a nuove ed entusiasmanti missioni lunari

32 FUORI DAL MONDO
I team di astronauti che si addestrano negli ambienti più estremi del Pianeta

40 COLTIVARE NELLO SPAZIO
Le ricerche che si occupano di trovare la via giusta per produrre cibo su altri mondi

48 PERCHÉ TUTTA QUESTA RABBIA?
Cosa la scatena e come possiamo fare per controllarla

54 L'EVOLUZIONE DEI MAMMIFERI
Così da piccoli e insignificanti animali che vivevano all'ombra dei dinosauri siamo diventati i dominatori della Terra

62 C'È QUALCUNO LÌ DENTRO?
Una parte dei pazienti in coma è cosciente e consapevole. Ora si cerca il modo per risvegliarli

66 OLTRE LA CONOSCENZA
Dai bambini nati senza gravidanza all'interruzione dell'invecchiamento: le idee più radicali della scienza

RUBRICHE

2-16 MEGAPIXEL
Le più spettacolari immagini del mondo della scienza

5 DISCOVERIES
News scientifiche dai quattro angoli del Pianeta

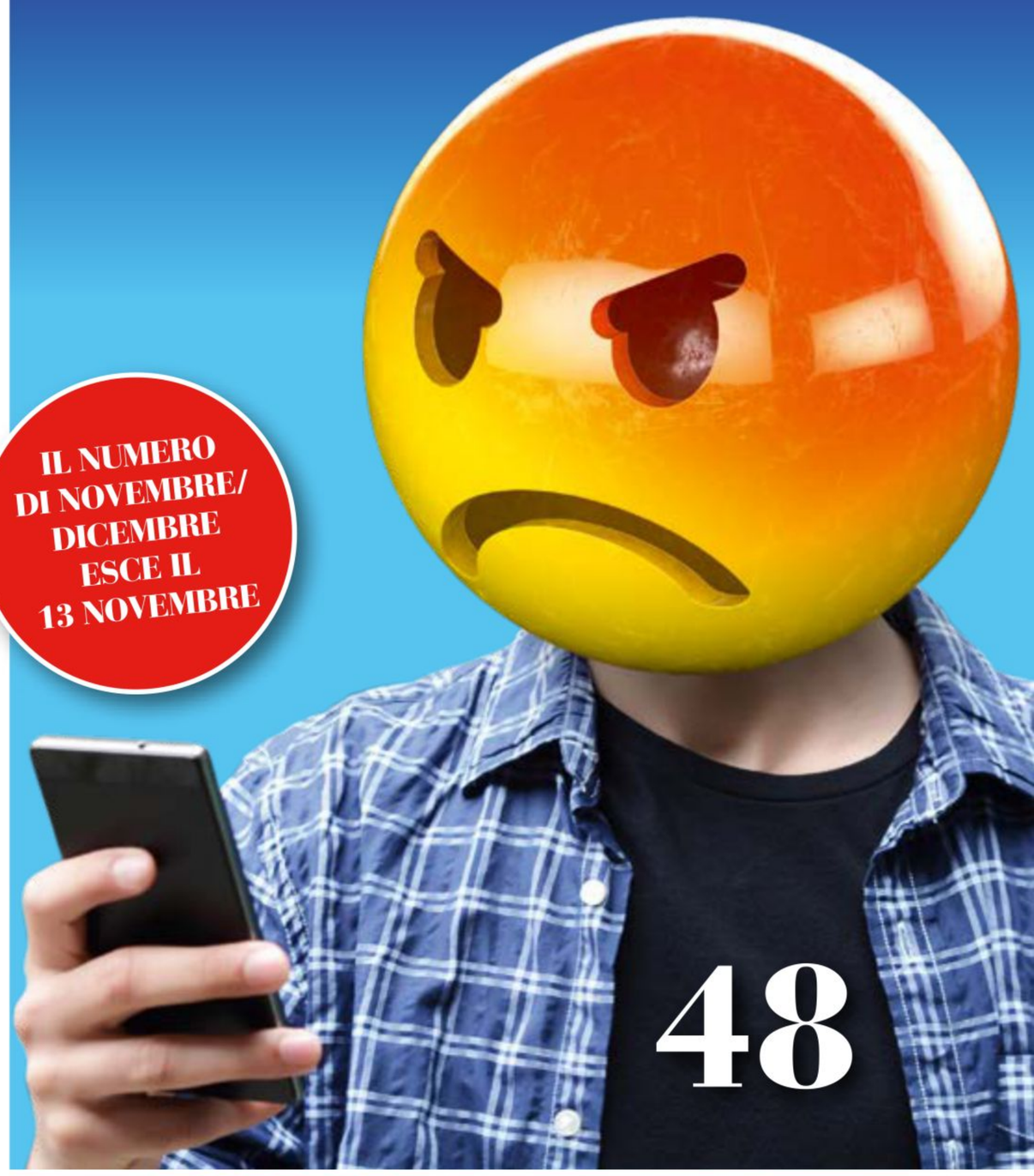
14 REALITY CHECK
Quali sono i peggiori anni della nostra vita?

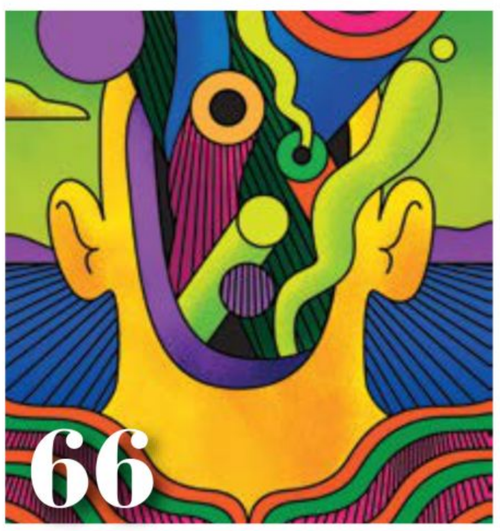
78 DOMANDE E RISPOSTE
La rubrica che risponde a tutte le vostre curiosità

88 INNOVAZIONI
Il presente e il futuro della tecnologia

94 LO DICE IL DOTTORE
Digiunare potrebbe aiutare a riportare indietro le lancette del nostro orologio biologico

IL NUMERO DI NOVEMBRE/ DICEMBRE ESCE IL 13 NOVEMBRE





NOI RISPETTIAMO L'AMBIENTE!

Scienze viene stampata su carta certificata PEFC, proveniente da piantumazioni a riforestazione programmata (e perciò gestite in maniera sostenibile!).

PEFC™

ANCHE SU IPAD

SEGUICI SU facebook
www.facebook.com/bbcscienceitalia

MEGAPIXEL

L'albero della vita

LOS ANGELES, USA

Questo peccio di sitka è solo uno delle migliaia di alberi che si trovano lungo gli oltre 110mila chilometri di costa del Washington Olympic National Park. Per i ranger non aveva una particolare importanza fino a quando sui social media persone di mezzo mondo hanno iniziato a chiamarlo "Albero della vita" o "Grotta di radici d'albero" vedendo in lui un simbolo di resilienza. "Ciò che ne fa un enigma è il ruscello che scorre direttamente sotto di lui", spiega Jared Low, del Washington Olympic National Park. Con il suo lento lavorio questo piccolo corso d'acqua ha scavato la cavità. "Non è una grotta, solo un'erosione nella scogliera. Ma certamente dal punto di vista estetico è estremamente affascinante". La maggior parte dei pecci di sitka parte da un seme che finisce su un tronco caduto, chiamato "nurse log", spiega Low. "Lentamente il nuovo alberello inizia a crescere e man mano che diventa più grande allunga le sue radici, cercando un terreno ricco di sostanze nutritive. Nel tempo, il tronco abbattuto che gli ha fatto da nursery si decompone, lasciando dietro di sé questo ampio sistema di radici".

ALAMY

HAI PERSO UN NUMERO DI BBC SCIENZE?

NON PREOCCUPARTI PUOI ACQUISTARE GLI ARRETRATI!

COD. **SWFO73**

COD. **SWFO74**

COD. **SWFO75**

COD. **SWFO76**

COD. **SWFO77**

COD. **SWFO78**

Completa la tua collezione ordinando gli arretrati **a soli 5,90€ cad.**

su **www.sprea.it** oppure utilizzando il modulo qui sotto

SCEGLI L'ARRETRATO CHE VUOI ORDINARE

SE VUOI ORDINARE VIA POSTA O VIA FAX, COMPILA QUESTO COUPON

Ritaglia o fotocopia il coupon, invialo in busta chiusa a: **Sprea Spa** Via Torino, 51 20063 Cernusco s/n (MI), insieme a una copia della ricevuta di versamento o a un assegno. Oppure via fax al numero 02.56561221. Per ordinare in tempo reale i manuali collegati al nostro sito **www.bbcscience.it/arretrati**. Per ulteriori informazioni puoi scrivere a **store@sprea.it** oppure telefonare allo 02/87168197 dal Lunedì al Venerdì dalle 9.00 alle13.00 e dalle 14.00 alle 18.00.

INSERISCI I CODICI E MESI DI RIFERIMENTO delle pubblicazioni che desideri ricevere:

	€
	€
	€
	€
Totale Ordine	€

SCELGO IL SEGUENTE METODO DI SPEDIZIONE:

Indica con una ✗ la forma di spedizione desiderata

☐	Per **una rivista** spedizione tramite **posta tradizionale** al costo aggiuntivo di	€	**3,90**
☐	Per **due o più riviste** spedizione tramite **Corriere Espresso** al costo aggiuntivo di	€	**7,00**

TOTALE COMPLESSIVO	€

Data _____ Firma del titolare _____

Informativa e Consenso in materia di trattamento dei dati personali - (Codice Privacy d.lgs. 196/03) Sprea Spa Socio unico Sprea Holding Spa con sede in via Torino 51 – 20063 Cernusco s/ Naviglio (MI) è il Titolare del trattamento dei dati personali che vengono raccolti, trattati e conservati ex d.lgs. 196/03. Gli stessi potranno essere comunicati e/o trattati da Società esterne Incaricate. Ai sensi degli artt. 7 e ss. si potrà richiedere la modifica, la correzione e/o la cancellazione dei dati, ovvero l'esercizio di tutti i diritti previsti per Legge. La sottoscrizione del presente modulo deve intendersi quale presa visione, nel colophon della rivista, dell'informativa completa ex art. 13 d.lgs. 196/03, nonché consenso espresso al trattamento ex art. 23 d.lgs. 196/03 in favore dell'Azienda.

NOME _____

COGNOME _____

VIA _____

N° _____ **C.A.P.** _____ **PROV.** _____

CITTÀ _____

TEL. _____

E-MAIL _____

SCELGO IL SEGUENTE METODO DI PAGAMENTO (Indica con una ✗ quello prescelto)

☐ Versamento su **CCP 99075871** intestato a **Sprea SpA Arretrati Via Torino 51 20063 Cernusco Sul Naviglio MI** (Allegare ricevuta nella busta o al fax)

☐ Bonifico intestato a **Sprea SpA Arretrati** sul conto **IBAN IT05 F076 0101 6000 0009 9075 871**

☐ **Carta di Credito** N. _____

(Per favore riportare il numero della Carta indicandone tutte le cifre)

Scad. _____ CVV _____

(Codice di tre cifre che appare sul retro della carta di credito)

_____

Nome e Cognome del Titolare della carta (può essere diverso dall'abbonato)

☐ CartaSi ☐ postepay ☐ MasterCard ☐ VISA ☐ Diners Club International

DISCOVERIES

NOTIZIE E OPINIONI DAL MONDO DELLA SCIENZA

IL BUCO NERO PIÙ LEGGERO MAI SCOPERTO

Le onde gravitazionali rivelano un oggetto mai visto prima, situato a 800 milioni di anni luce da noi

GETTY IMAGES, NSF/LIGO/SONOMA STATE UNIVERSITY/A SIMONNET

Visualizzazione del possibile minuscolo buco nero mentre collide con un oggetto più grande, generando onde gravitazionali

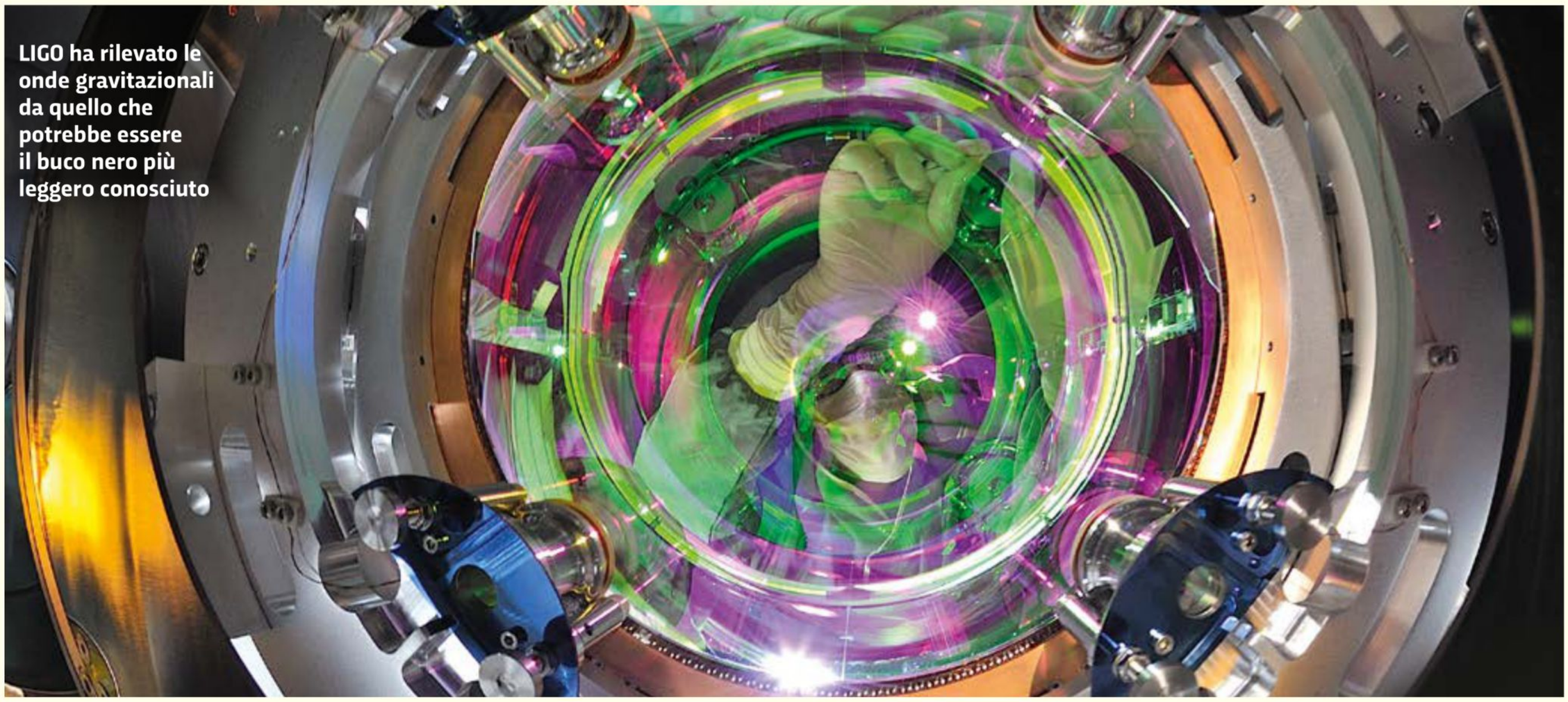
Gli astronomi hanno individuato quello che potrebbe essere il buco nero di massa più bassa mai trovato. L'oggetto, che si ritiene abbia una massa 2,6 volte quella del Sole, è stato rilevato il 14 agosto 2019 dagli scienziati del Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory (LIGO) negli Stati Uniti e dell'interferometro Virgo in Italia.
I buchi neri si formano quando le stelle più grandi diventano supernovae e i loro nuclei collassano per effetto della loro stessa gravità. Finora, il buco nero più leggero conosciuto era di cinque masse solari (una massa solare ovviamente equivale alla massa del nostro Sole).
L'oggetto potrebbe in realtà non essere un buco nero, ma in ogni caso la sua scoperta è significativa perché rientra esattamente nel "gap di

Notizie in breve

LA SENSIBILITÀ EMOTIVA È IN PARTE NEI NOSTRI GENI

Alcune persone si prendono a cuore tutto, mentre altre sembrano indifferenti alle critiche. Uno studio sui gemelli condotto presso la Queen Mary University di Londra ha rivelato che il 47 per cento delle differenze nella sensibilità proviene dai geni, mentre il resto deriva da fattori ambientali durante l'infanzia.

"La sensibilità è un tratto umano fondamentale che condividiamo tutti", afferma Michael Pluess, che ha diretto lo studio. "Ma è differente anche l'impatto che hanno su di noi le esperienze. Si è sempre pensato che la sensibilità avesse una base genetica, ma questa è la prima volta che siamo stati in grado di quantificare concretamente in che misura queste differenze di sensibilità sono spiegate da fattori genetici".



LIGO ha rilevato le onde gravitazionali da quello che potrebbe essere il buco nero più leggero conosciuto

massa", l'intervallo inspiegabile tra i buchi neri più leggeri conosciuti e le stelle di neutroni più pesanti.

"Il gap di massa è da decenni un enigma appassionante e ora abbiamo rilevato un oggetto che si trova al suo interno", afferma Pedro Marronetti della National Science Foundation degli Stati Uniti, che finanzia LIGO. "È inspiegabile senza modificare ciò che sappiamo sulla materia estremamente densa o sull'evoluzione delle stelle".

Le stelle di neutroni sono i resti di stelle che non hanno una massa sufficiente per formare buchi neri. Sono piccolissime, in genere con un diametro di meno di 20 chilometri, ma estremamente dense; tra le stelle di neutroni conosciute la più grande è di 2,5 masse solari.

"Non sappiamo se questo oggetto sia la più pesante stella di neutroni o il più leggero buco nero, ma in entrambi i casi è un primato", ha affermato Vicky Kalogera, che ha firmato insieme ad altri colleghi l'articolo che annuncia la scoperta.

"Gli scienziati sono perplessi circa l'identità di questo oggetto"

L'oggetto da record è stato rilevato dalle onde gravitazionali prodotte quando si è fuso con un altro oggetto molto più grande, stimato in 23 masse solari, in un evento astronomico designato con la sigla GW190814. Le onde hanno increspato lo Spazio per una distanza di 800 milioni di anni luce prima di raggiungere la Terra e lasciare perplessi circa l'identità dell'oggetto gli scienziati che le hanno rilevate.

Ci sono alcuni motivi di incertezza. In primo luogo, può darsi semplicemente che la fusione abbia avuto luogo troppo lontano perché la luce che ha provocato sia facilmente osservabile.

In alternativa, l'oggetto più piccolo potrebbe essere una stella di neutroni, che però sarebbe più grande di quanto consente l'attuale teoria su come si formano queste stelle. Se le cose stanno così, secondo Kalogera la stella di neutroni potrebbe essere stata inghiottita intera, anziché venire smembrata, poiché l'altro oggetto nella collisione era molto più grande. "Fa pensare a Pac-Man che mangia le palline", commenta Kalogera. "Quando le masse sono altamente asimmetriche, la stella di neutroni più piccola può essere divorata in un sol boccone." Il risultato sarebbe una collisione che non emette luce, ma solo onde gravitazionali.

Oppure, se si tratta di una collisione tra due buchi neri, è improbabile che l'evento emetta luce, ma in tal caso l'oggetto di 2,6 masse solari sarebbe il buco nero più leggero mai scoperto.

GLI ALTRUISTI

Fare del bene fa bene. I volontari che aiutano gli altri per almeno 100 ore all'anno hanno vite più lunghe e più sane, secondo uno studio su 13mila adulti condotto presso la Stanford University. "Gli esseri umani sono per loro natura creature sociali", ha spiegato il ricercatore capo Eric Kim. "Forse è per questo che le nostre menti e i nostri corpi vengono premiati quando ci spendiamo per gli altri".

LE PERSONE MODESTE

Secondo uno studio condotto all'Università di Pechino, le persone con punteggi più elevati nei test di modestia hanno anche maggiori probabilità di essere felici e sono meno inclini alla depressione.

Mese buono per...

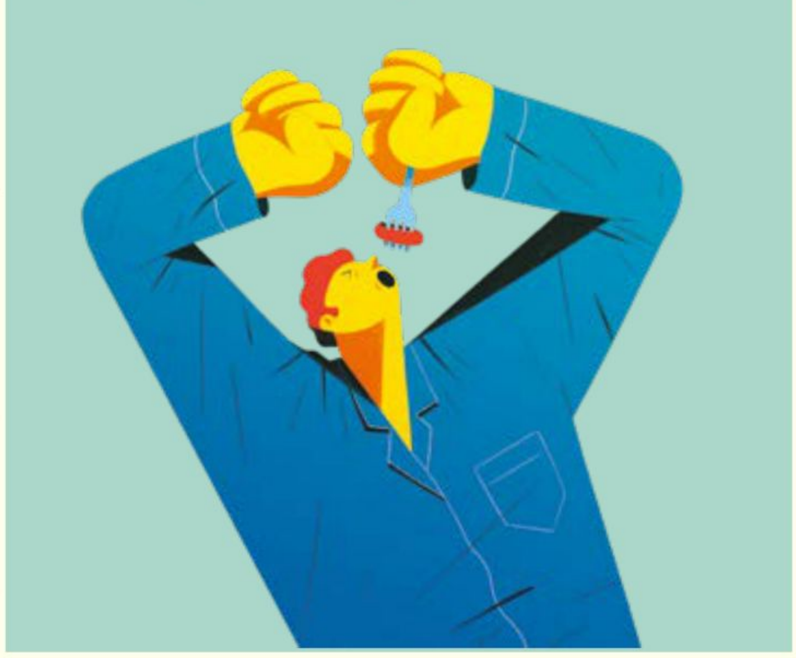
Mese cattivo per...

I TIFOSI DI CALCIO

Secondo uno studio commissionato dalla Rapid Transition Alliance, più di 20 dei 92 club professionisti della Lega inglese di calcio potrebbero vedere i propri stadi inondati fra oggi e il 2050 a causa dei cambiamenti climatici.

CHI MANGIA TARDI

Cenare la sera tardi potrebbe farci guadagnare chili. I ricercatori della Johns Hopkins University hanno scoperto che le persone che mangiano alle 22.00 hanno livelli di zucchero nel sangue più alti e bruciano meno grassi ingeriti rispetto a quelle che mangiano alle 18.00.



LIGO, GETTY IMAGES, RICHARD GRAINGER/UNIVERSITY OF SYDNEY ILLUSTRAZIONI: CATHAL DUANE

A giudicare dalla loro dieta, sembra che gli squali bianchi caccino raramente in superficie

BIOLOGIA MARINA

Dove caccia lo squalo bianco? La risposta è nel suo stomaco

Se fosse affrontata in modo più scientifico, la scena d'apertura del film *Lo squalo* sarebbe molto diversa, poiché una recente ricerca ha mostrato che lo squalo bianco trascorre più tempo a nutrirsi vicino al fondo del mare di quanto si pensasse in precedenza.

"Lo stereotipo della pinna dorsale di uno squalo che emerge dalla superficie mentre caccia probabilmente non è un'immagine molto precisa", afferma Richard Grainger, dottorando dell'Università di Sydney e autore principale dello studio.

Grainger e il suo team sono i primi a condurre uno studio sulle abitudini alimentari degli squali bianchi. I ricercatori hanno prelevato stomaci di esemplari morti, catturati all'interno dello Shark Meshing Program del Nuovo Galles del Sud, messo a punto per prevenire le interazioni tra esseri umani e squali su 51 spiagge australiane. Osservando ciò che avevano mangiato 40 esemplari giovani, sono riusciti a identificare diversi tipi di prede e, conoscendone gli habitat, hanno individuato dove gli squali avevano trascorso gran parte del tempo di caccia.

"Gli squali bianchi hanno una dieta varia", spiega Gabriel Machovsky-Capuska, uno dei coautori dello studio. "Oltre al salmone dell'Australia orientale, abbiamo trovato tracce di altri pesci ossei tra cui anguille, merlanghi, triglie e labri. Abbiamo scoperto che anche le razze, comprese alcune piccole che vivono sul fondo e le torpedini, sono un cibo apprezzato". L'unico mammifero trovato nello stomaco degli squali era il delfino. Secondo Grainger, è probabile che la caccia a prede più grandi, tra cui altri squali, non avvenga fino a quando lo squalo bianco non ha raggiunto i 2,2 metri di lunghezza. La ricerca ha anche dimostrato che più lo squalo è grande e maggiore è il contenuto di grassi nella sua dieta.

I CANTI DEGLI UCCELLI CAMBIANO PER IL FUOCO

Secondo una ricerca californiana, gli incendi a bassa intensità costringono gli uccelli a migrare in nuove zone e questo accresce la diversificazione dei loro canti all'interno di una data area forestale.
Il team ha registrato i canti di accoppiamento di oltre 1.500 esemplari di S*etophaga occidentalis*, piccoli uccelli gialli e grigi che si riproducono sulla costa ovest degli Stati Uniti e sono distribuiti in numerosi tipi diversi di foreste, nelle quali hanno sviluppato oltre trentacinque "dialetti". I ricercatori hanno osservato che, dopo che un'area è stata colpita da un incendio non molto intenso, viene colonizzata da nuovi esemplari di *Setophaga* che portano con loro il proprio "dialetto", aumentando in tal modo la diversificazione dei canti. "In genere gli uccelli erano isolati gli uni dagli altri", dice Brett Furnas, principale autore dello studio. "Il fenomeno assomiglia un po' alla differenziazione dei fringuelli di Darwin nelle Galapagos, anche se qui stiamo parlando dei canti, ossia di un tratto culturale che può modificarsi più rapidamente dei tratti genetici".

ANTROPOLOGIA

Le punte di freccia degli antichi cacciatori dello Sri Lanka

Un team composto da ricercatori di vari paesi ha scoperto un deposito di punte di freccia d'osso meravigliosamente preservate nella caverna di Fa-Hien Lena, nel cuore della foresta pluviale dello Sri Lanka. Un ritrovamento che, a detta degli scopritori, rappresenta la più antica testimonianza per ora nota dell'uso di arco e frecce al di fuori dell'Africa.
Il gruppo, formato da ricercatori dell'Istituto Max Planck per le Scienze della Storia Umana (MPI-SHH) in Germania, della Griffith University in Australia e del dipartimento di archeologia dello Sri Lanka, ha stimato che l'età delle punte di freccia si aggira sui 48mila anni e che erano probabilmente usate per cacciare animali della foresta pluviale come scimmie e scoiattoli.
"Le fratture sulle punte sono indice di impatti ad alta velocità", dice Michelle Langley, della Griffith University, che guida il team. "Il fenomeno è tipico della caccia con arco e frecce. Finora i più antichi ritrovamenti dello stesso tipo si collocavano nel Sud-est asiatico e risalivano a 32mila anni fa, ma questa nuova scoperta retrodata ulteriormente la presenza di queste armi fuori dal continente africano". Accanto alle punte di freccia sono stati trovati altri strumenti, forse usati per pescare e lavorare le fibre vegetali, e oggetti decorativi. Tutti insieme, questi ritrovamenti indicano lo sviluppo di una rete sociale umana complessa e assai antica nelle aree tropicali dell'Asia meridionale.
"Abbiamo trovato anche tracce certe della produzione di perline colorate fatte di ocra minerale e di perline ricavate da conchiglie provenienti dalla costa", aggiunge Langley. "Oggetti che hanno la stessa età di altri materiali che segnalano un certo livello di socializzazione e sono stati trovati in Eurasia e nell'Asia sud-orientale, risalenti a circa 45mila anni fa".
Secondo i ricercatori queste scoperte sottolineano quanto l'archeologia non possa più collegare specifici sviluppi tecnologici, simbolici o culturali degli uomini della preistoria a singole regioni geografiche o a particolari ambienti naturali.
"Gli esseri umani di quell'epoca mostravano una straordinaria intraprendenza e la capacità di sfruttare una vasta gamma di nuovi ambienti", assicura Nicole Boivin, coautrice dello studio e direttrice presso l'MPI-SHH. "Capacità che permise loro di colonizzare pressoché tutti i continenti della Terra circa diecimila anni fa, ponendo le basi perché diventassimo la specie globale che siamo oggi".

Le punte di freccia scoperte nella caverna di Fa-Hien Lena in Sri Lanka sono le più antiche finora trovate fuori dall'Africa

UOVA DI DINOSAURO CON IL GUSCIO MOLLE

Alcune uova di dinosauro avevano gusci molli, simili a cuoio, come quelli delle odierne tartarughe: è stato scoperto da uno studio condotto dal Museo Americano di Storia Naturale e dall'Università di Yale, tramite l'analisi delle componenti minerali di alcune uova fossili di due specie: protoceratopo (dinosauro erbivoro della taglia di una pecora vissuto tra i 75 e i 71 milioni di anni fa) e *Mussaurus* (un erbivoro dal lungo collo, vissuto tra i 227 e i 208,5 milioni di anni fa).

"Possiamo ora affermare che i più antichi arcosauri, ossia il gruppo che include dinosauri, coccodrilli e pterosauri, deponevano uova a guscio molle", dice Matteo Fabbri, autore della ricerca. "Finora per cercare di comprendere meglio i dinosauri ci potevamo basare solo sugli arcosauri che esistono ancora oggi: coccodrilli e uccelli".

PSICOLOGIA

Nuova luce su una misteriosa malattia: la "sindrome della testa che esplode"

La sindrome della testa che esplode (o EHS), chiamata anche shock cranico sensoriale episodico, è un disturbo sensoriale caratterizzato dalla percezione di forti rumori o dalla sensazione che qualcosa esploda dentro la testa, di solito durante la transizione verso il sonno o fuori da esso. Non si sa molto sulle sue cause, e, per quanto in sé non sia un fenomeno pericoloso, può provocare paura, ansia e problemi a dormire.

Nel 2017 alcuni psicologi della Goldsmiths, della University of London, del St. Mary's College del Maryland, dell'Università di Notre Dame e dell'Università del Sussex, hanno dato il via a una ricerca chiedendo ai lettori di *BBC Science Focus* (l'edizione inglese della nostra rivista) di condividere le loro esperienze con l'EHS: hanno risposto quasi 7mila persone, che hanno riferito 3.286 episodi relativi a questo misterioso disturbo.

"Quando il magazine ci ha proposto questa collaborazione ho risposto con entusiasmo", dice Alice Gregory della Goldsmiths. "Brian Sharpless ha redatto un primo documento sull'EHS, ma la massa di dati che abbiamo raccolto è vastissima e c'è ancora molto da imparare".

Il 5 per cento delle persone che soffrono di EHS riferisce di sperimentare vari episodi a settimana, ma alla maggior parte accade solo occasionalmente: qualche episodio all'anno per il 35 per cento e qualche episodio in tutta la vita per il 40 per cento. Quasi il 45 per cento del totale vive gli episodi con terrore e poco più del 25 riferisce di arrivare a elevati livelli di disagio. Per quanto le cause dell'EHS rimangano oscure, il 60 per cento di chi ne soffre ritiene che sia dovuta a "qualcosa nel cervello". Circa il 35 per cento la attribuisce allo stress, il 7 per cento all'effetto collaterale di qualche farmaco, il 2 per cento a qualche macchinario elettronico e il 3 per cento ritiene che possa avere cause soprannaturali.

Le vittime la combattono in molti modi: consumando più alcol (che pare sia efficace nell'80 per cento dei casi), evitando di dormire supini (anche in questo caso con un apparente 80 per cento di efficacia), andando a letto più presto (50 per cento) o dedicando più ore al sonno (50 per cento).

"Non si parla molto di questa sindrome", dice la Gregory, "e di conseguenza chi ne soffre spesso si trova poco informato su quel che gli sta accadendo. Dal nostro studio è emerso che le persone soggette a questo problema dormono meno e peggio della media: in futuro speriamo di comprendere meglio il collegamento tra i dati. Per esempio, è il sonno disturbato che innesca l'EHS, o piuttosto chi l'ha provata comincia a far più fatica ad addormentarsi?"

Per il 7 per cento di quelli che ne soffrono la sindrome della testa che esplode è dovuta all'effetto collaterale di qualche farmaco

ALAMY, GETTY IMAGES, M ELLISON/AMNH, SHUTTERSTOCK

Al largo di Ningaloo, Australia Occidentale

BIOLOGIA MARINA

Scoperto nelle acque australiane l'animale più lungo del mondo

A 625 metri di profondità, a largo della costa dell'Australia Occidentale, è stato avvistato un sifonoforo lungo 46 metri

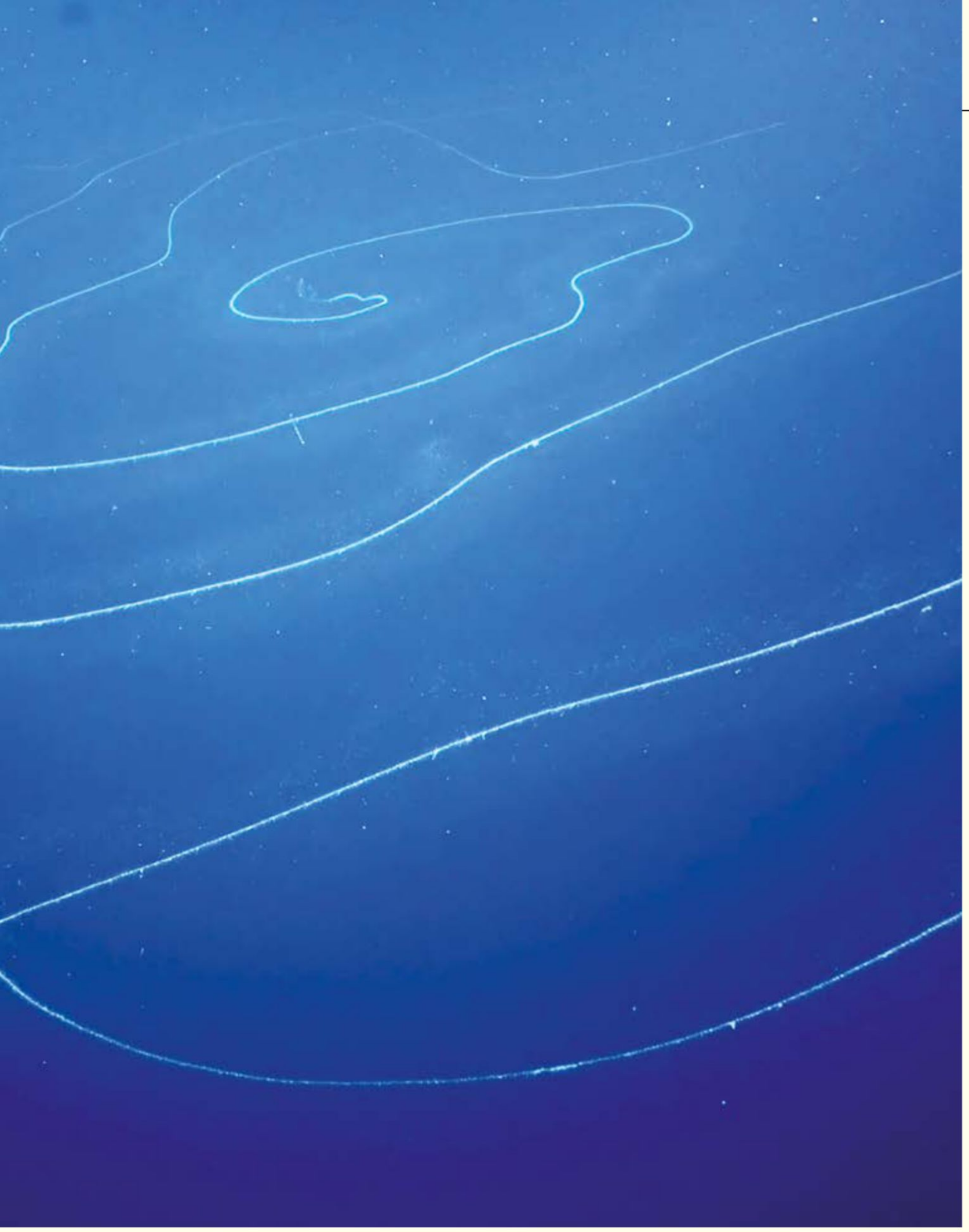
Una spedizione negli abissi oceanici guidata dallo Schmidt Ocean Institute ha scoperto trenta potenziali nuove specie di creature marine, incluso un sifonoforo che potrebbe essere l'animale più lungo mai osservato dall'uomo: si stima che misuri quarantasei metri.

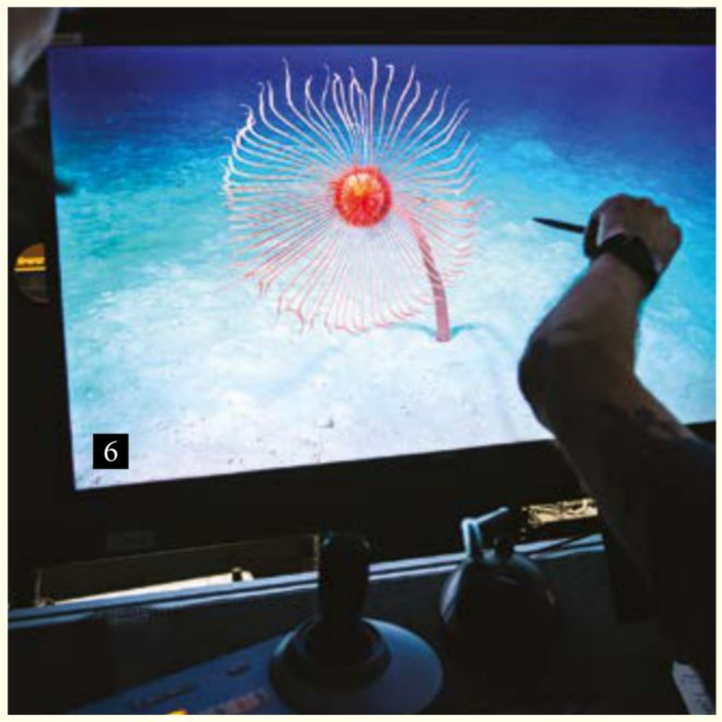
Per quanto alla vista sembri un unico animale, un sifonoforo è in realtà una colonia di organismi che si clonano migliaia di volte e si attaccano gli uni agli altri per formare lunghe "catene". Sono predatori e, come le meduse, hanno tentacoli con cui ghermiscono, paralizzano e uccidono le loro prede.

La scoperta è avvenuta grazie a un ROV SuBastian, un veicolo robotico manovrato in remoto e capace di immergersi fino a una profondità di quattro chilometri e mezzo.

1

2





6

7

GREG ROUSE SCRIPPS OCEANOGRAPHY/NERIDA WILSON/FK200308 TEAM X7

1. Il ROV SuBastian viene riportato a bordo dopo una giornata di immersioni

2. Si pensa che il sifonoforo lungo 46 metri sia l'animale più lungo mai scoperto

3. La spedizione ha scoperto molte altre specie che la scienza potrebbe non conoscere ancora

4. Nerida Wilson preleva campioni da un *Hymenaster*, una stella marina degli abissi, per analizzarne il DNA

5. Questo pesce della famiglia degli Zoarcidi è stato catturato da una trappola montata sul veicolo robotico

6. Questo raro idrione degli abissi, parente stretto dei coralli e degli anemoni, è stato trovato nel Cape Range Canyon, a 2,5 km di profondità

7. Questa tozza specie di aragosta è diffusa in tutto il globo, ma è la prima volta che se ne trova un esemplare in Australia Occidentale

PAGINE VERDI

Le storie sull'ambiente che dovete conoscere

Testi: **Jocelyn Timperley**

I rifiuti plastici sono un flagello per le nostre spiagge, ma esistono anche altre forme di inquinamento dannosissime per l'ambiente marino

OCEANI

Rimuovere la plastica dall'oceano non basta. Bisogna fare di più!

La plastica e altri inquinanti "invisibili" come i metalli pesanti, il petrolio, i gas, i pesticidi e le sostanze chimiche, devono innanzitutto essere tenuti lontani dagli oceani

Negli ultimi anni il problema dell'inquinamento da plastica negli oceani, dovuto per esempio alle borse della spesa, alle reti da pesca gettate via e ai frammenti di microplastica, ha ricevuto molta attenzione.

Ma, secondo un recente rapporto del World Resources Institute (WRI), l'impatto sugli oceani è dovuto anche a molti altri elementi inquinanti, tra cui petrolio (nelle settimane scorse l'incidente a una petroliera ha devastato le coste di Mauritius, ricche di biodiversità, causando un disastro ambientale epocale), gas, pesticidi, antibiotici, metalli pesanti e prodotti chimici industriali.

"Per quanto della plastica si parli tanto, sfortunatamente è solo l'ultima arrivata nella lista degli inquinanti che minacciano l'oceano", spiega Ellie Moss, esperta di inquinamento plastico e co-autrice del rapporto. "Penso che l'unica cosa che la differenzi davvero dalla maggior parte delle altre sostanze inquinanti sia il fatto che la possiamo vedere a occhio nudo. Negli altri casi siamo davanti a inquinanti invisibili di cui spesso non sospettiamo nemmeno l'esistenza. E questo è un enorme problema".

Il rapporto, commissionato dal Gruppo di Alto Livello per un'Economia Oceanica Sostenibile (*High Level Panel for a Sustainable Ocean Economy*), formato da quattordici capi di stato, indica una serie di strategie da intraprendere per ridurre l'inquinamento dei mari, che in molti casi influirebbero su più di un singolo elemento inquinante: "Bisogna guardare alla possibilità di trattare il massimo numero di inquinati possibili in una sola volta", dice Ellie Moss.

FORESTE BOLLENTI

Le foreste tropicali sono un vero e proprio deposito di carbonio, che assorbono dall'atmosfera come anidride carbonica per eseguire la fotosintesi. Ma le condizioni sempre più calde a asciutte prodotte dal riscaldamento globale, secondo un nuovo studio eseguito da un team internazionale, minacciano questa capacità di trattenere il carbonio riducendo il ritmo di crescita degli alberi e accorciando la durata della loro vita. Inoltre, se la temperatura diurna supera i 32 gradi, la foresta tropicale comincia a perdere più velocemente il carbonio che ha immagazzinato. C'è però una nota positiva: lo studio ha rivelato anche che il carbonio "fissato" nelle foreste, finché resta al riparo da deforestazione e incendi, resiste all'aumento di temperatura fino a livelli moderati di riscaldamento.

ECONOMIA CIRCOLARE

Secondo il rapporto, parte della soluzione consiste nell'elaborare metodi per fermare e riciclare i materiali, in modo che rientrino nel circolo dell'economia invece di finire a inquinare gli oceani. Un altro punto importante sarebbe sviluppare materiali e sostanze chimiche più ecocompatibili.

Ma bisogna anche usare le risorse in maniera più efficiente con iniziative come i supermercati che non impiegano imballaggi, l'eliminazione della plastica monouso e la ricerca di nuovi modelli di business che incentivino un utilizzo più intelligente dei pesticidi.

"Molta gente si interroga su come risolvere il problema della pulizia degli oceani", dice Ellie Moss, "ma è la domanda sbagliata. Prima di ogni altra cosa dovremmo chiederci come evitare di sporcarli".

Linda Nowlan, che guida il programma relativo ai mari presso il West Coast Environmental Law, una organizzazione legale canadese, ci informa che le campagne e le attività dei volontari non saranno sufficienti a proteggere la popolazione dall'aumento indiscriminato dell'inquinamento da plastica. "Quel che serve è un trattato legalmente vincolante che fermi la crescita continua della produzione di plastica", spiega. "C'è un bisogno stringente di controlli più serrati sia su chi produce plastica sia su chi la ricicla".

GETTY IMAGES X5, SARAH VINCENT

TRASPORTI

Disuguaglianza e clima

I consumi energetici crescono con il reddito e sono distribuiti in modo diseguale, sia tra le varie nazioni sia all'interno di ognuna di esse

Secondo uno studio internazionale condotto dall'Università di Leeds, su cento persone, le 10 più ricche consumano circa 20 volte più energia rispetto alle 10 più povere.

La ricerca, che ha preso in esame 86 nazioni, tra cui tutti i Paesi europei, ha analizzato come le diverse classi di reddito tendono a spendere i loro soldi.

Come ci si aspettava è risultato che le persone più ricche sono quelle che consumano più energia. Lo studio ha, però, messo in luce come esse abbiano anche maggiori probabilità di spendere denaro in attività a più alto contenuto di carbonio, in particolare i trasporti.

"In tutto il mondo il trend mostra che le famiglie più benestanti tendono a spendere i loro soldi extra in beni e servizi ad alta intensità energetica legati ai trasporti", chiarisce Julia Steinberger, coautrice e docente di economia ecologica all'Università di Leeds.

Questa sproporzione nell'uso dell'energia per i trasporti da parte delle persone ricche è dovuta al fatto che prendono più voli, acquistano più automobili (e più potenti) e le usano su distanze più lunghe. "Anche in nazioni come la Germania o il Regno Unito le famiglie più abbienti tendono a essere responsabili del maggior numero di chilometri percorsi", afferma Steinberger. "Non necessariamente facendo un numero maggiore di viaggi, ma soprattutto perché scelgono spesso percorsi più lunghi utilizzando macchine potenti."

Secondo Tim Gore, responsabile della politica in materia di clima, alimentazione e uso della terra presso Oxfam, la scoperta che i mezzi di trasporto, e in particolare il volo, costituiscono la massima disparità nell'uso dell'energia è la parte più sorprendente del nuovo studio.

"In complesso, negli 86 paesi studiati, il 50 per cento delle persone con minor reddito è responsabile di meno del 5 per cento dell'energia utilizzata nell'aviazione, mentre il 10 per cento più ricco è responsabile del 75 per cento".

La ricerca potrebbe aiutare a capire quali politiche climatiche possano essere più efficaci per ridurre le emissioni in diverse aree. Questo almeno è quanto ritiene Steinberger. Per esempio, tassare i voli e l'elevato consumo di carburante per automobili potrebbe ridurre le emissioni e l'impiego di energia, perché sono prodotti di lusso di cui le persone più benestanti tendono a fare molto uso. "Le norme che colpiscono questi grandi consumatori attraverso misure economiche e fiscali sono le più sensate", commenta Steinberger.

D'altro canto, tassare il riscaldamento domestico avrebbe poco senso per ridurre le emissioni di energia, poiché è un servizio essenziale di cui tutti hanno bisogno. "I risultati dello studio confermano che i governi dovrebbero evitare di tassare l'energia usata per scopi essenziali come il riscaldamento, e farebbero bene invece a investire fondi pubblici nella modernizzazione di abitazioni e altri edifici, perché è improbabile che questi interventi siano alla portata di tutti", conclude Gore.

È FACILE ESSERE VERDI

GIRARE DI PIÙ A PIEDI O IN BICI

Il Gruppo Intergovernativo sul Cambiamento Climatico (IPCC) ha indicato l'incremento degli spostamenti a piedi o in bicicletta come una delle strategie per risparmiare energia e aiutare lo stabilizzarsi delle temperature globali. Nella nostra quotidianità facciamo spostamenti in macchina anche per tratti molto brevi. Se venissero fatti a piedi si ridurrebbero le emissioni di gas serra e l'inquinamento dell'aria, e nel contempo la gente si manterrebbe più sana. Quando i tragitti sono più lunghi c'è l'opzione della bicicletta. Le bici elettriche, in particolare, permettono di affrontare gli spostamenti anche in situazioni che avrebbero un tempo richiesto molta fatica, per esempio nel caso in cui si deve risalire una collina ripida.

L'ANALISI

GLI ANNI CHE PRECEDONO I 50 SONO I PEGGIORI DELLA NOSTRA VITA?

Secondo uno studio recente la felicità raggiunge un minimo a 47,2 anni. Sarà vero?

Testi: **JAMES LLOYD**

Quando ci si avvicina ai 50, ci sono molte preoccupazioni, come mutui da pagare e figli da mantenere; inoltre si può iniziare a soffrire di dolori e acciacchi

GETTY IMAGES

“Molte delle cose che pensiamo possano renderci felici – come il matrimonio o un certo posto di lavoro – derivano dalla nostra cultura, non da un bisogno reale”

Qual è l’età più infelice della nostra vita? A detta di un recente studio, sono gli ultimi anni dei quaranta. La nostra felicità, a quanto pare, tende a diminuire verso i cinquant’anni, prima di aumentare costantemente avvicinandosi ai 60 e oltre. In questa ricerca, David Blanchflower, docente di economia al Dartmouth College, nel New Hampshire, in USA, ha confrontato 109 raccolte di dati statistici sulla felicità in tutto il mondo, esaminando le relazioni tra benessere ed età per centinaia di migliaia di persone. Ha trovato la “curva della felicità” nei dati di 132 nazioni, al netto degli altri fattori che influenzano il benessere, come per esempio l’istruzione, lo stato civile e le condizioni lavorative. Per i paesi in via di sviluppo la felicità raggiunge un minimo a 48,2 anni, in quelli più industrializzati a 47,2.

“Non ci sono dubbi: il benessere segue una curva a U in funzione dell’età”, scrive Blanchflower. “L’ho constatato in Europa, in Asia, in Nord e Sud America, in Oceania e in Africa... Ci sono pochissime nazioni che non mostrano questo fenomeno, ma ciò accade soprattutto dove i campioni sono piccoli o non sono disponibili dati”.

Anche in precedenza era stata vista questa curva della felicità. Alcune delle migliori prove provengono da studi che seguono lo stesso gruppo di persone per un certo numero di anni. Per esempio, una ricerca del 2015 diretta da Terence Cheng, economista della salute, ha esaminato le variazioni individuali nel benessere sul lungo periodo in britannici, australiani e tedeschi, trovando “forti prove a favore della curva a U”.

Alcuni esperti si chiedono però se questa curva sia un fenomeno reale o un risultato dell’analisi dei dati. Una possibilità, secondo Dean Burnett, associato di ricerca onorario presso la School of Psychology dell’Università di Cardiff, è che la curva sia dovuta almeno in parte alla morte precoce delle persone più infelici, il che distorcerebbe i dati verso una maggiore felicità per le età più avanzate. Ciò detto, ci sono effettivamente ragioni per cui la felicità potrebbe seguire questa traiettoria. “Nella fase poco prima e poco dopo i 50 anni molte persone hanno meno autonomia e meno sicurezza finanziaria”, afferma Burnett. “Da giovani, si hanno meno responsabilità e ci sono più possibilità. Nella mezza età possono esserci mutui da pagare e figli adolescenti da mantenere. Si può iniziare a soffrire di dolori e acciacchi e la vita offre meno novità. Tutte le aspirazioni di quando si era più giovani o si sono realizzate o sembrano ormai molto meno probabili”. Allora perché la felicità può crescere più avanti?

“Procedendo con l’età, l’autonomia di solito aumenta”, dice Burnett. “I figli sono diventati grandi, abbiamo meno responsabilità, magari siamo andati in pensione e abbiamo di nuovo più controllo sulla nostra vita.
Abbiamo anche avuto un po’ di tempo per fare pace con le difficoltà che abbiamo cominciato a incontrare tra i 40 e i 50 anni”.

Un altro vantaggio dell’essere più vecchi, secondo Burnett, è il fatto di aver accumulato più esperienza, che può essere d’aiuto nell’affrontare meglio eventuali eventi negativi della vita. “Nel frattempo diventiamo anche più grati per le cose che invece abbiamo”, aggiunge. “Ci rassegnamo nei confronti degli obiettivi che non raggiungeremo più e possiamo concentrarci su altre cose, come le amicizie o gli hobby”.

Questi studi fanno uso di definizioni ampie di “felicità”. Nell’analisi di Blanchflower, per esempio, i dati relativi al Regno Unito vengono dall’Annual Population Survey, in cui ai partecipanti si fanno domande del tipo “Nel complesso, quanto sei attualmente soddisfatto della tua vita?” e “Quanto ti sei sentito felice ieri?”, chiedendo loro di esprimere una valutazione su una scala da 0 a 10.

Le differenze individuali possono variare notevolmente rispetto alla media statistica e ognuno ha la propria traiettoria personale. È quindi possibile influenzare la propria felicità? “Abbiamo molto più controllo su di essa di quanto pensiamo”, afferma Burnett. “Possiamo fare cose e prendere decisioni che migliorano il nostro benessere. Ma spesso ci rendiamo poco conto di quanto la nostra felicità sia influenzata dagli altri”. Secondo lui molte delle cose che pensiamo possano renderci felici – come il matrimonio o un certo posto di lavoro – derivano dalla nostra cultura, non da un bisogno reale. Burnett raccomanda di esserne consapevoli quando stabiliamo obiettivi per il futuro. “Quante di queste sono cose che desidero veramente e quante sono cose che penso di dover desiderare?”, spiega. In definitiva, si può essere infelici a qualsiasi età, ma ci sono buone possibilità anche di essere felici a qualsiasi età. ■

JAMES LLOYD *fa parte della redazione di* BBC Science Focus.

MEGAPIXEL

Le campane dell'inferno

QUINTANA ROO, MESSICO

La calcite è un minerale disponibile in diverse forme. È il componente principale del marmo e del calcare, ma qui si trova in uno dei suoi stati più insoliti. Queste strutture, rinvenute nel cenote messicano di El Zapote, si sono formate grazie all'accumulo di calcite nell'acqua nel corso dei millenni. Quando sono state scoperte dai subacquei, queste formazioni sono state soprannominate "Hell's Bells", le campane dell'inferno. "Ovviamente soprattutto a causa della loro forma, ma anche per il posto in cui si trovano: 40 metri sott'acqua all'inizio di quello che viene chiamato lo strato torbido, dove c'è un odore davvero infernale di uova marce a causa dell'idrogeno solforato disciolto nell'acqua", dice Simon Ritter, dell'Istituto di Scienze della Terra presso l'Università di Heidelberg. I subacquei sono in grado di sentire l'odore del solfuro di idrogeno, poiché si insinua in tutti gli spazi d'aria disponibili, comprese le loro maschere. Secondo Ritter la formazione di calcite è favorita dall'attività della comunità microbica dello strato torbido, che altera il pH dell'acqua circostante.

ALISON PERKINS/INSPIREDTODIVE.COM

CORONAVIRUS: IL PERICOLO È NELL'ARIA?

Sono sempre di più quelli che sostengono che il virus possa rimanere sospeso nell'aria e infettare le persone a lunga distanza. Quali sono le prove? Facciamo il punto della situazione

QUALE È IL MODO PRINCIPALE CON CUI IL CORONAVIRUS SI DIFFONDE?
Gli scienziati concordano che il Coronavirus si diffonde principalmente attraverso "goccioline respiratorie" (droplet): gocce di saliva o muco cariche di virus che vengono emesse dal naso o dalla bocca di una persona infetta quando tossisce, starnutisce, parla o canta. Questi droplet hanno un diametro superiore a 5 micron (µm- un micron= un millesimo di millimetro) e non viaggiano per più di uno o due metri prima di soccombere alla gravità e cadere a terra. Se ci sono altri nelle vicinanze, le goccioline possono finire direttamente nel loro naso, negli occhi o nella bocca. Si può entrare in contatto con esse anche attraverso superfici contaminate, come le maniglie delle porte o i sacchetti della spesa.

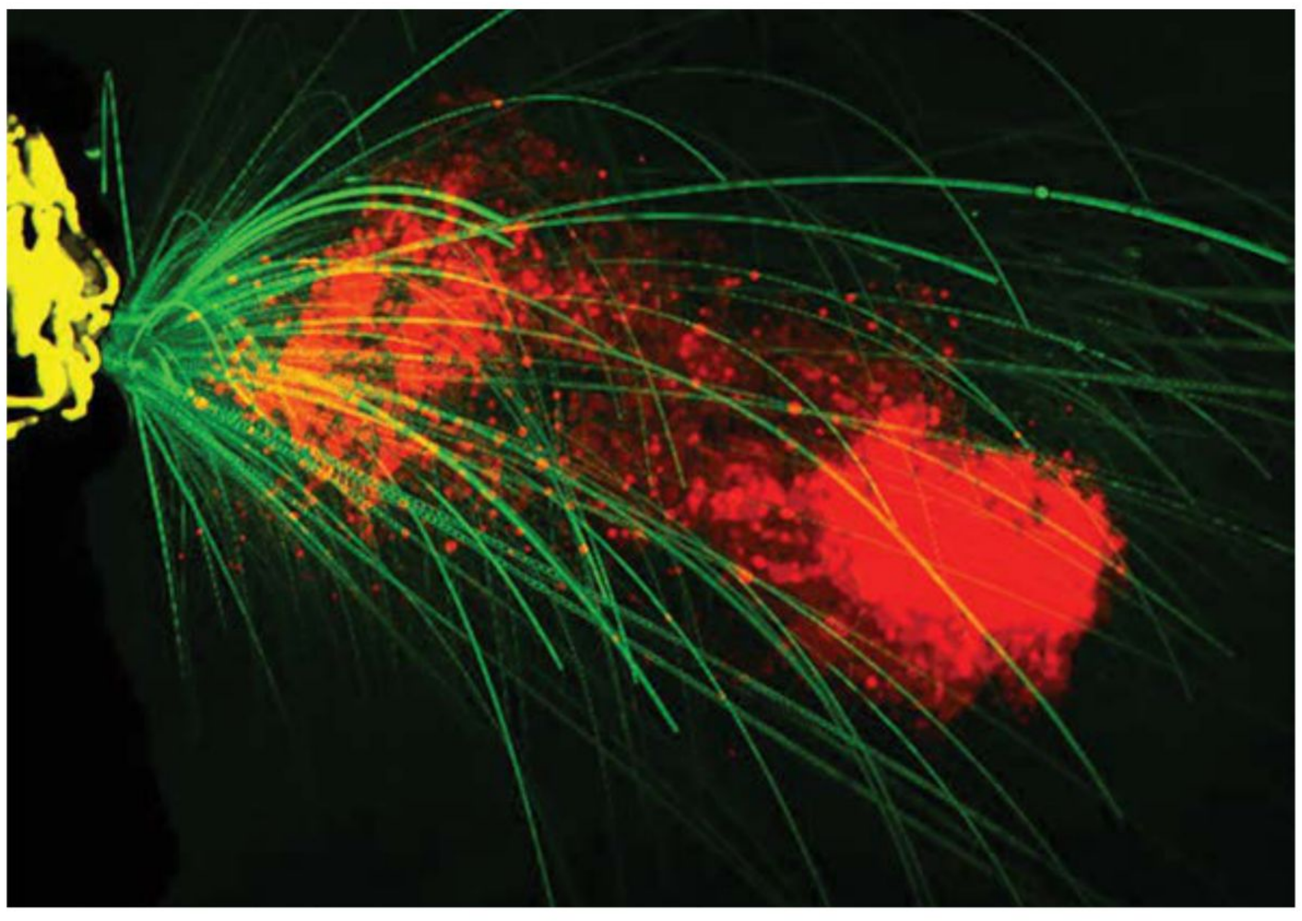
CHE COS'È LA TRASMISSIONE VIA AEROSOL?
Quando respiriamo, parliamo, tossiamo e così via, anche noi produciamo piccoli droplet di muco e saliva. Quelli con un diametro inferiore a 5µm sono sufficientemente piccoli per rimanere sospesi nell'aria (diventando ciò che chiamiamo "aerosol") dove possono restare per alcuni minuti o addirittura ore, muovendosi su distanze più lunghe rispetto alle goccioline più grandi. Il morbillo, per esempio, è una malattia che si trasmette principalmente attraverso piccolissimi droplet.

IL CORONAVIRUS PUÒ ESSERE TRASMESSO IN QUESTO MODO?
Gli scienziati stanno valutando alcune possibili prove. Primi fra tutti gli studi di laboratorio. In uno, svolto di recente, è stata utilizzata luce laser per rilevare le goccioline emesse quando un partecipante parlava. I ricercatori hanno calcolato che un minuto di discorso ad alta voce può generare fino a 1000 piccole goccioline contenenti virus, che potrebbero rimanere in aria per otto o più minuti. Altri scienziati hanno creato aerosol carichi di virus utilizzando un dispositivo chiamato nebulizzatore e una ricerca ha scoperto che il virus in queste goccioline era ancora contagioso dopo 16 ore. Tuttavia, l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha puntualizzato che aerosol creati artificialmente come questi "non riflettono le normali condizioni della tosse umana".

"I RICERCATORI HANNO CALCOLATO CHE UN MINUTO DI DISCORSO AD ALTA VOCE PUÒ GENERARE CIRCA 1000 PICCOLI DROPLET CHE CONTENGONO IL VIRUS"

Altre ricerche hanno analizzato campioni d'aria per cercare il virus nel mondo reale. A Wuhan, la città in cui è iniziata la pandemia, è stato trovato materiale genetico del virus in campioni d'aria di due ospedali, anche se i ricercatori hanno detto di non sapere se il virus era ancora contagioso. Infine, i ricercatori hanno indagato su eventi specifici nei quali la trasmissione aerea potrebbe aver avuto un ruolo. Uno di questi riguarda un focolaio di Coronavirus scoppiato all'inizio del 2020 a Guangzhou (Cina), quando 10 persone di tre famiglie diverse sono state infettate. Tutte e tre le famiglie avevano pranzato, in occasione della vigilia del capodanno cinese, nello stesso ristorante. Non c'era stato nessuno stretto contatto tra esse, ma erano tutte sedute nel flusso d'aria creato dall'impianto di climatizzazione. Questo ha portato i ricercatori a concludere che molto probabilmente il contagio si è propagato per via aerea.

Il 6 luglio, oltre 200 scienziati hanno firmato un articolo sulla rivista *Clinical Infectious Diseases*, sollecitando i medici e gli enti di sanità pubblica dei vari Stati a prendere in considerazione il rischio di una trasmissione causata dall'aria. Pochi giorni



GGETTY IMAGES, LYDIA BOUROUIBA/MIT

IN BASSO: **Droplet più grandi (in verde), emessi con tosse e starnuti, viaggiano solo per uno o due metri, ma numerosissimi droplet più piccoli (in rosso) possono rimanere in sospensione più a lungo e potenzialmente propagarsi nell'aria per più tempo e più spazio**

dopo, l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha aggiornato le sue indicazioni su come il virus può diffondersi, affermando che questo tipo di trasmissione può potenzialmente verificarsi in ambienti chiusi e affollati, scarsamente ventilati e che è necessario svolgere "ulteriori urgenti ricerche".

QUANTO PUÒ ESSERE IMPORTANTE IL RUOLO DEL VIRUS TRASPORTATO DALL'ARIA?
Secondo Hassan Vally, epidemiologo ed esperto di malattie infettive presso La Trobe University di Melbourne, in Australia, non è una domanda a cui è facile rispondere. "Questo tipo di trasmissione è chiaramente possibile, ma non sappiamo di quale percentuale di nuovi casi sia responsabile". Vally sottolinea anche altre due incognite: quanto tempo può sopravvivere il virus all'interno delle goccioline più piccole e a quale quantità di queste goccioline dovresti essere esposto per contrarre la COVID-19. "Indipendentemente da quali nuove prove si aggiungeranno, non credo che cambierà il fatto che la via di trasmissione prevalente è quella dovuta ai droplet più grandi", dichiara.

La certezza che il distanziamento sociale è stato efficace nell'arrestare la diffusione del virus, è "un'ulteriore prova che le persone contraggono la malattia più spesso a causa dello stretto contatto tra loro".

SE SI SCOPRIRÀ CHE IL VIRUS SI TRASMETTE COME AEROSOL BISOGNERÀ CAMBIARE LE INDICAZIONI PER LA SALUTE PUBBLICA?
Se il virus può davvero essere trasportato dall'aria e rimanere contagioso nelle goccioline più piccole, ciò significa che le persone hanno maggiori probabilità di infettarsi senza un contatto stretto. Ma Vally non pensa che questo porterà a una revisione delle politiche sanitarie. "Probabilmente significherà solo che dovremo incoraggiare maggiormente l'uso della mascherina, per non consentire alle goccioline di raggiungerci", aggiunge.

Un altro modo per ridurre la trasmissione aerea sarebbe garantire che gli spazi chiusi siano ventilati con aria esterna pulita, invece di far ricircolare la stessa aria. "Forse possiamo anche fare qualcosa per ridurre la capacità di sopravvivenza del virus negli aerosol", dice Vally, "chissà, magari cambiando la temperatura o l'umidità [dell'edificio]".

"Non credo che le regole del gioco verranno messe in discussione", conclude. "È solo un'altra cosa da imparare su questo virus molto complesso". ■

—

JAMES LLOYD *è un giornalista di* BBC Science Focus

GETTY IMAGES

COVID-19: ABBIAMO SBAGLIATO CURA?

A mano a mano che vengono confermati nuovi sintomi, diventa più chiaro che la COVID-19 non è una normale infezione respiratoria. Dovremmo affrontare il suo trattamento in modo diverso?

A gennaio, quando il Coronavirus era "nuovissimo" e ancora confinato a Wuhan, era stata fatta l'ipotesi che la COVID-19 fosse più o meno una normale malattia respiratoria. I sintomi descritti dall'Organizzazione Mondiale della Sanità erano "principalmente febbre e pochi casi di difficoltà a respirare" con alcuni pazienti che sviluppavano polmonite. Con il passare del tempo, tuttavia, l'elenco si è allungato. "Le persone manifestano moltissimi sintomi differenti, parecchi

IN ALTO: COVID-19 è un malattia estremamente più complessa di quanto si fosse pensato all'inizio

dei quali però non vengono subito correlati all'infezione", dice Ajay Shah, professore di cardiologia al King's College di Londra. "Ci sono persone con diarrea, altre in stato confusionale e altre ancora hanno dolore al petto". Ma non finisce qui. Alcuni pazienti riferiscono di eruzioni cutanee, come la "COVID toe", che appare sui piedi. E anche se la tosse e la febbre si risolvono, i malati possono finire per soffrire di un attacco di cuore, di ictus o di insufficienza renale. In effetti, uno studio ha scoperto che i problemi cardiaci hanno svolto un ruolo nel 40 per cento dei decessi per COVID-19.

Quindi come si spiega che una malattia simile all'influenza causi così tanti sintomi diversi? "Il punto di partenza è che certamente non si tratta di una semplice infezione", continua Shah. "Verrebbe da pensare che ad avere la maggiore probabilità di contrarre una forma grave della COVID-19 siano le persone che hanno avuto problemi al petto, come la malattia polmonare cronica ostruttiva o l'asma. In realtà, sono molto più a rischio quelli che hanno patologie cardiovascolari preesistenti".

Si è scoperto che la COVID-19 colpisce l'endotelio, che è lo strato di cellule che riveste l'interno dei vasi sanguigni, come descritto in uno studio pubblicato sulla rivista *The Lancet*. "In effetti il virus utilizza un particolare recettore sulle cellule endoteliali", afferma Nicola Mutch, biologo molecolare dell'Università di Aberdeen. Una volta che si è attaccato a questo recettore, SARS CoV-2 trova la sua strada all'interno della cellula endoteliale e da lì provoca una enorme risposta immunitaria infiammatoria chiamata "tempesta di citochine". "Quando affrontiamo un'infezione tutti abbiamo una risposta infiammatoria. Ma nella maggior parte delle persone questo avviene in maniera corretta", spiega Shah. Anche se non è ancora chiara la ragione per cui la risposta immunitaria differisca da paziente a paziente, una risposta infiammatoria esagerata provoca più problemi di quanti non ne risolva: può causare un'insufficienza in alcuni organi e portare persino alla morte. "Sembra proprio che questo sia uno dei motivi principali per cui le persone che hanno contratto la COVID finiscono in ospedale", aggiunge.

Shah crede che la progressione della malattia possa essere suddivisa in fasi. La prima è questa infiammazione esagerata, la tempesta di citochine. La seconda è un problema con la coagulazione del sangue, noto come coagulopatia. "Quasi subito abbiamo notato che molti sviluppavano coaguli ovunque", spiega Shah. "Molti hanno coaguli nei polmoni, altri nel cuore e altri ancora nel cervello". Uno studio pubblicato sulla rivista *Thrombosis Research* ha confermato che i coaguli di sangue sono collegati a un aumento del rischio di morte nei pazienti COVID-19. "Se soffri di questo tipo di coagulopatia sistemica è facile immaginare come la malattia possa andare fuori controllo e iniziare a colpire parti diverse del corpo", continua Shah. Un coagulo che impedisce il flusso sanguigno può provocare, per esempio, un ictus oppure l'insufficienza di qualche organo. Fortunatamente, abbiamo già diversi trattamenti pronti che possono essere usati anche per la COVID-19. "Abbiamo un certo numero di anticoagulanti che hanno già avuto qualche successo", afferma Mutch. "Anche se, a essere onesti, siamo sempre alla ricerca di nuovi farmaci anticoagulanti".

Ma si può provare ad anticipare tutto questo. "Un'altra possibilità è trattare la risposta infiammatoria anche per fermare la trombosi [formazione di coaguli di sangue]", spiega Mutch. Il desametasone, un antinfiammatorio steroideo a basso costo, è un possibile trattamento: nel giugno scorso, ha mostrato la capacità di ridurre fino a un terzo le morti tra i pazienti che necessitavano di ventilazione.

"Il messaggio più importante è far capire che si tratta di una malattia molto complicata, che non è uguale per tutti ", conclude Shah. "C'è bisogno di un esame attento di ogni singolo paziente, per poi decidere quale sia il trattamento migliore per lui". ■

***Sara Rigby è assistente online a* BBC Science Focus.**

OBIETTIVO LUNA: L'ITALIA C'È

SCIENZA ITALIA
IN OGNI NUMERO **STUDI E SCOPERTE** DEI NOSTRI **RICERCATORI**

La NASA ha in progetto di riportare l'uomo sulla Luna nel 2024 con il programma Artemis e l'Italia, sia tramite l'ESA (l'Agenzia Spaziale Europea), sia autonomamente con accordi bilaterali, è pronta a fare la sua parte nella nuova era delle esplorazioni spaziali

Testi: **EMILIO VITALIANO**

BBC
SCIENZE
RICERCA • TECNOLOGIA • ATTUALITÀ • FUTURO
PALEONTOLOGIA IL MONDO SECRETO DEI PRIMI MAMMIFERI
Dominare le emozioni
OLTRE LA CONOSCENZA
OBIETTIVO LUNA
LA NASA E L'EUROPA (CON IL RUOLO FONDAMENTALE DELL'ITALIA) SI APPRESTANO AD ALLUNARE E A COSTRUIRE UNA BASE PERMANENTE INTORNO AL NOSTRO SATELLITE NATURALE

Se il sogno delle esplorazioni spaziali si chiama Marte, il prossimo vero obiettivo in questo campo è la Luna. Lo prova Artemis, un programma degli Stati Uniti, che ricorrerà però alle competenze scientifiche e tecnologiche di altre nazioni, come l'Italia. A tal proposito il nostro Paese (primo tra quelli del Vecchio Continente) ha già raggiunto un traguardo grazie all'accordo firmato lo scorso anno tra la NASA e l'ASI (Agenzia Spaziale Italiana) che stabilisce una cooperazione di lunga durata, poiché la pianificazione di Artemis è divisa in più step. Al momento la partenza è fissata per il 2021 con la prima missione, destinata a effettuare un test del razzo vettore, lo Space Launch System (SLS), che porterà la capsula Orion (quella in cui successivamente saranno presenti gli astronauti) a fare un giro intorno al nostro satellite naturale senza nessuno a bordo. In seguito, il secondo volo porterà in orbita un equipaggio umano, mentre il terzo consentirà l'allunaggio nel 2024. Già in passato l'uomo ha messo piede sulla Luna con le missioni Apollo (la scelta del nome Artemis non è stata fatta a caso: Artemide, nella mitologia greca, è la sorella gemella di Apollo) ma, come spiega Giorgio Saccoccia, Presidente dell'ASI, "è importante andarci di nuovo, questa volta per restarci e sviluppare un ambiente permanente di lavoro e di ricerca, considerando anche il fatto che oggi l'umanità ha aumentato notevolmente la propria capacità di operare nello Spazio". Nonostante questo lo sforzo per raggiungere l'obiettivo sarà notevole. "Servirà inevitabilmente un grande impegno da un punto di vista tecnologico con soluzioni innovative e all'avanguardia, che implicherà la partecipazione di tutti gli attori che oggi già lavorano nell'affascinante settore dell'esplorazione umana dello Spazio", precisa Vincenzo Giorgio, Vice Presidente Marketing & Sales per le attività istituzionali di Thales Alenia Space Italia.

ITALIA PROTAGONISTA

Tra questi attori figura naturalmente l'ESA, l'Agenzia Spaziale Europea, il cui ruolo è sempre più rilevante. "Penso che per l'ESA sia fondamentale non solo essere coinvolta nella nuova missione, ma soprattutto diventare parte determinante in quello che al momento è il programma più ambizioso nel panorama del volo spaziale", sostiene Andrea Accomazzo, capo divisione Sistema solare e missioni di esplorazione

dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA). "E con il modulo di servizio che forniremo a Orion (il veicolo spaziale protagonista della nuova avventura), l'ESA si troverà nella catena diretta che permetterà questa impresa. Si tratta di un riconoscimento enorme dal punto di vista tecnico, programmatico e politico. Sebbene non si possano immaginare investimenti di portata uguale a quelli della NASA, siamo comunque considerati un partner che non solo espande le missioni, ma le abilita. Senza l'ESA questi programmi non si portano avanti". Insomma, non una semplice comparsata, ma un ruolo di primo piano, con l'Italia che non resta certo a guardare. "Il nostro Paese è uno dei primi collaboratori dell'ESA", sottolinea Saccoccia. "Inoltre, abbiamo una tradizione di cooperazione con la NASA e abbiamo intenzione di continuarla

È IMPORTANTE ANDARE DI NUOVO SULLA LUNA, QUESTA VOLTA PER RESTARCI A LUNGO, SVILUPPANDO UN LUOGO DI LAVORO PERMANENTE

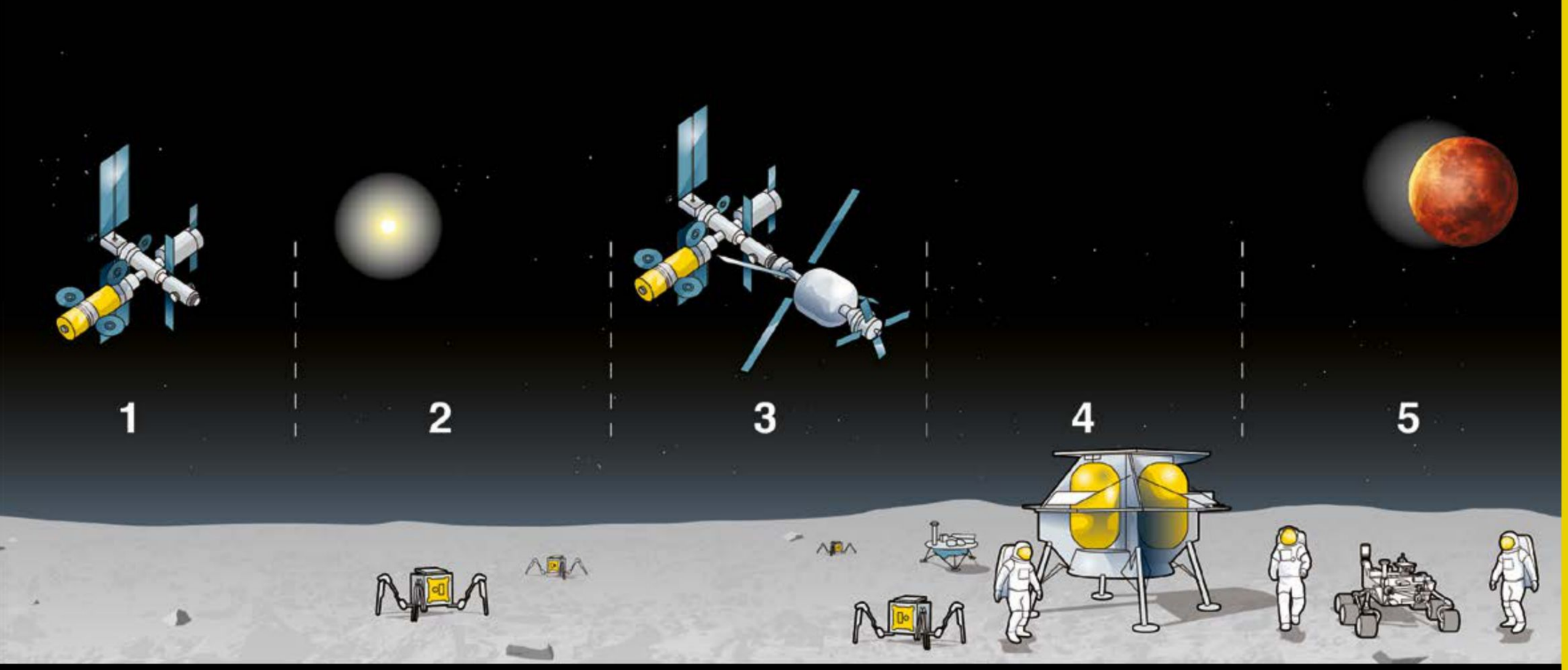
Due riproduzioni artistiche della NASA che rappresentano lo sbarco umano che avverrà con la missione Artemis (sopra) e il viaggio della navicella (a lato) verso la Luna

Un'impronta lasciata dagli astronauti sbarcati sulla Luna durante le missioni Apollo. Sotto: la superficie del nostro satellite naturale

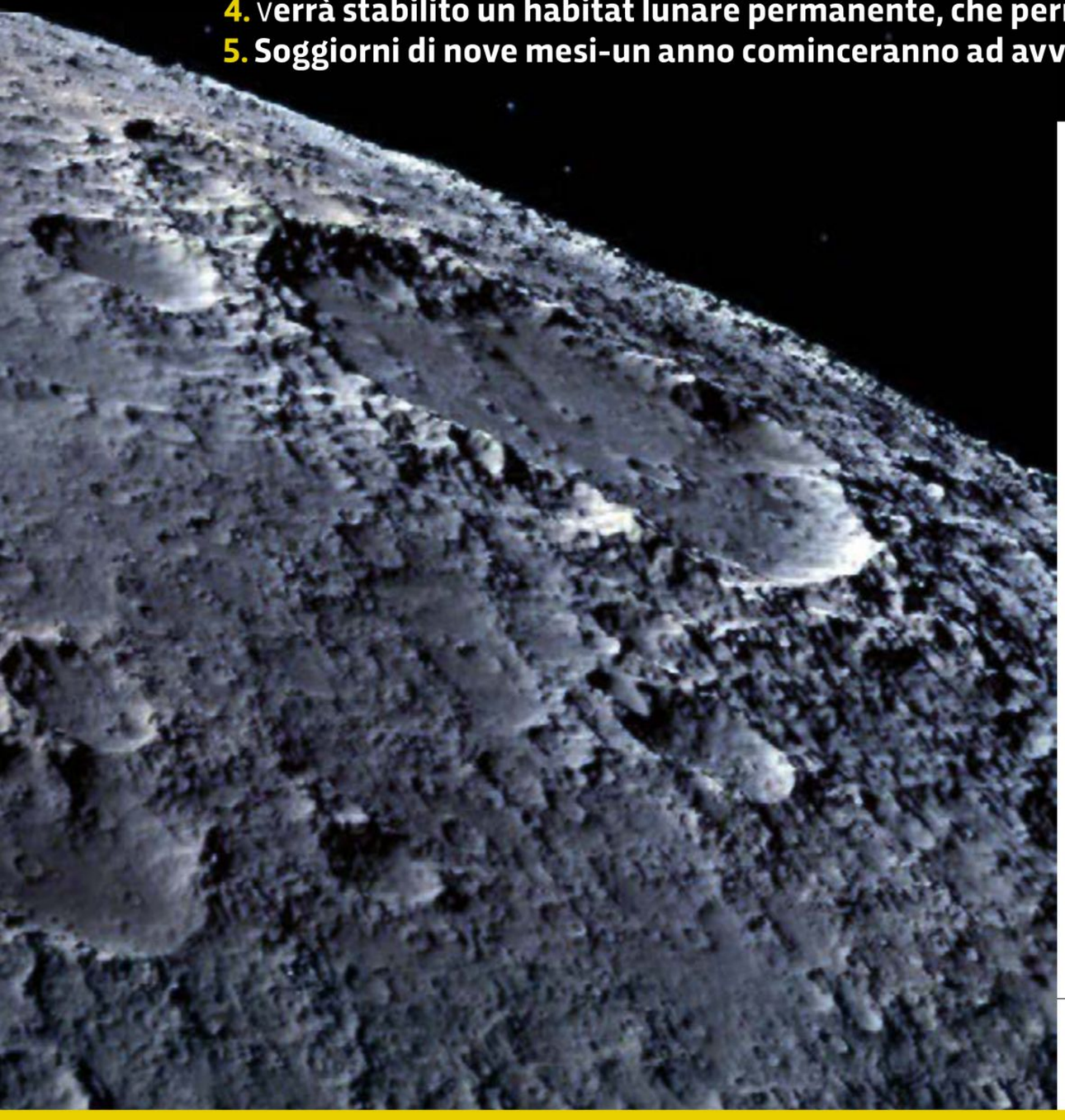
anche in futuro. E se da un lato l'ESA ha mostrato un vero interesse nella partecipazione alla missione (rispondendo in maniera completa), dall'altro l'ASI sta agendo anche autonomamente in maniera bilaterale, convinta di voler investire in questo progetto". E lo farà fin dall'inizio. Un'azienda di Torino, la Argotec, con il coordinamento dell'ASI, ha costruito un piccolo satellite chiamato ArgoMoon, destinato a partecipare già alla prima missione. "A circa 35mila chilometri dalla Terra, il nostro micro-satellite verrà rilasciato dal vettore Space Launch System (SLS) per monitorarne il funzionamento", spiega David Avino, CEO di Argotec. "ArgoMoon, grazie ai suoi algoritmi, basati sull'intelligenza artificiale, sarà in grado di navigare, identificare il lanciatore e puntarlo in modo autonomo. Inoltre, nonostante le sue ridotte dimensioni e la necessità di operare in un ambiente ostile e con svariate complicazioni legate alla comunicazione e alla distanza dal nostro Pianeta, garantirà un'adeguata risoluzione delle immagini che scatterà per supportare la validazione operativa del veicolo SLS. Contestualmente, testerà innovativi algoritmi di navigazione e di comunicazione". Il prodotto realizzato in Piemonte è l'unico satellite europeo che parteciperà al volo, poiché gli altri dodici sono statunitensi (dieci) e giapponesi (due). Un successo del nostro Paese, che in questo campo si è guadagnato un notevole rispetto internazionale. "L'industria italiana", spiega Saccoccia, "ha una

DALLA LUNA A MARTE

La nuova esplorazione della Luna sarà un test per tecniche e tecnologie che serviranno a un'altra grande impresa internazionale: raggiungere Marte. Una missione che è ancora difficile collocare nel tempo: i budget vengono discussi man mano che nuovi paesi si uniscono al progetto.
Tuttavia le fasi dovrebbero essere più o meno queste:



1. Le prime missioni testeranno i sistemi di discesa e ripartenza dalla Luna
2. Missioni successive estenderanno la portata di varie operazioni sulla superficie lunare
3. Verrà installata una base per permettere agli astronauti di vivere e lavorare sulla Luna
4. Verrà stabilito un habitat lunare permanente, che permetterà soggiorni ancora più lunghi
5. Soggiorni di nove mesi-un anno cominceranno ad avvicinarsi alla durata necessaria per una missione su Marte



tradizione importante soprattutto nei moduli abitanti e vogliamo continuare su questa strada, fornendoli sia per gli elementi che in futuro faranno parte dell'architettura sulla superficie lunare, sia per la base che si prevede di realizzare presto intorno alla Luna".

ANDARE PER RESTARCI

Una delle tappe dell'ambizioso programma di riconquista del corpo celeste a noi più vicino, infatti, implica la costruzione di una base cislunare: il suo nome è Lunar Gateway e orbiterà intorno al satellite naturale della Terra. "A livello funzionale non sarà così dissimile dalla attuale ISS (Stazione Spaziale Internazionale)", puntualizza Vincenzo Giorgio. "Avrà, quindi, sistemi di generazione e distribuzione di energia elettrica e termica, sistemi di mantenimento orbitale e di comunicazione. Infine, ci saranno elementi che consentiranno l'abitabilità da parte degli

123RFX2 ILLUSTRAZIONE: ACUTE GRAPHICS

IN ALTO: **A differenza della Terra la Luna non è protetta da un'atmosfera, dunque una eventuale base lunare sulla sua superficie dovrà essere in grado di schermare i suoi occupanti dalle radiazioni nocive**

A DESTRA: **Con i suoi diciotto metri di larghezza, questo tunnel lavico nella Corea del Sud è il più grande del mondo. Ma i tunnel della Luna potrebbero essere anche molto più vasti**

astronauti che di volta in volta la popoleranno. Proprio l'abitabilità è un aspetto caratterizzante, in quanto, a differenza della ISS, nella base cislunare non saranno permanentemente presenti degli astronauti e quindi sarà dotata di sistemi di gestione autonoma e di controllo da remoto". In questo campo sarà fondamentale soprattutto il contributo della Thales Alenia Space di Torino, anche se il suo non sarà certo l'unico ruolo importante in mano agli esperti del Vecchio Continente. "L'ESA intende sviluppare altri progetti facenti parte del programma lunare, come gli elementi per il trasporto dei carichi", dichiara Accomazzo. "Si guarda, inoltre, alla possibilità di stabilire un'infrastruttura orbitante che possa fornire servizi di comunicazione e navigazione alle missioni lunari, comprese quelle con attività umane. Alcuni di questi progetti sono in fase di implementazione, altri sono nelle prime fasi di studio, ma tutti fanno parte di un vasto programma internazionale in cui l'ESA si pone l'obiettivo di svolgere un ruolo di primo piano".

CON LO SGUARDO RIVOLTO A MARTE

Le prossime missioni lunari avranno anche un importante risvolto strategico. "La base, di per sé", sottolinea Giorgio, "non è assolutamente necessaria al ritorno che si sta programmando sulla Luna, ma diventa cruciale se pensiamo più in grande e immaginiamo di usarla in futuro anche come un punto di approdo, rifornimento e ripartenza per missioni nello Spazio profondo". I passi pianificati

"L'OBIETTIVO A LUNGO TERMINE È PORTARE L'UOMO SU MARTE, MA PER RIUSCIRCI DOBBIAMO PRIMA USARE LA LUNA COME TERRENO DI PROVA"

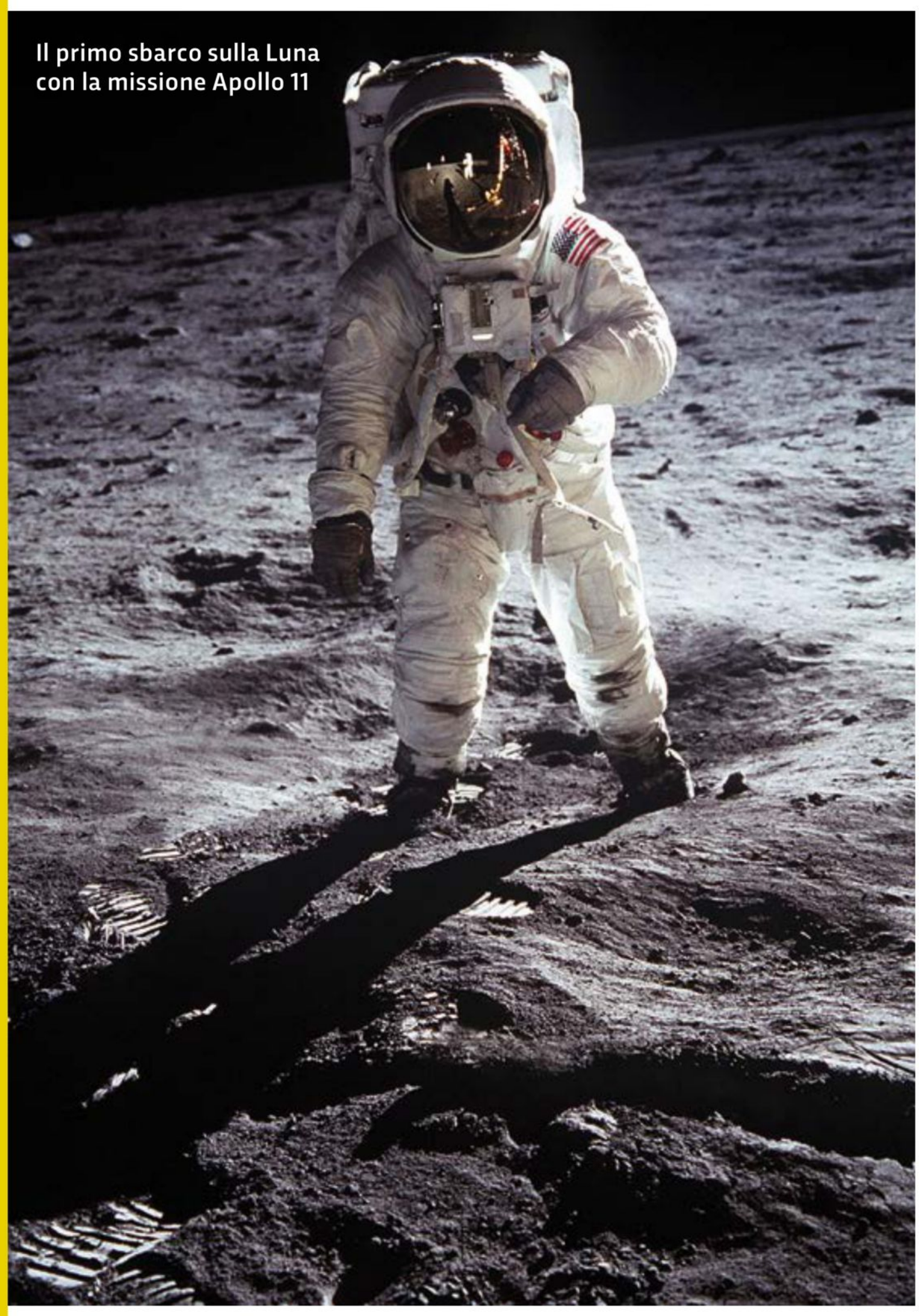
ESA/FOSTER AND PARTNERS, ALAMY

PERCHÉ ESPLORARE I TUNNEL LAVICI?

I tunnel lavici della Luna sono interessanti non solo perché possono fornirci informazioni sulla storia vulcanica del satellite, ma anche perché potrebbero trasformarsi in rifugi naturali per gli astronauti. Vivere sulla Luna significa affrontare rischi che sulla Terra non esistono: il nostro Pianeta è protetto da un'atmosfera e da un campo magnetico che bloccano le radiazioni nocive e che inceneriscono i meteoriti, cose a cui la superficie lunare è invece esposta. Pertanto costruire una base lunare al riparo di uno spesso "soffitto" di solida roccia sarebbe un'ottima idea. Ad accendere l'attenzione sui tunnel lavici è stata di recente una ricerca condotta dalle Università di Bologna e di Padova, pubblicata sulla rivista *Earth-Science Reviews*. "Nel nostro studio abbiamo confrontato le conoscenze che avevamo sui tubi lavici terrestri di alcuni vulcani delle Hawaii, delle Canarie, del Queensland, delle Galapagos, con forme simili identificate sulla Luna e su Marte", spiega Francesco Sauro, uno dei coordinatori dello studio. "Sulla Terra, però, abbiamo a disposizione le mappe di questi condotti sotterranei disegnate dagli speleologi, mentre sugli altri pianeti o sui satelliti naturali non sappiamo ancora quale possa essere il loro sviluppo effettivo. Possiamo comunque osservarne gli ingressi e, in particolare, possiamo analizzare quei tratti di gallerie che sono collassate, scoperchiandosi e lasciando aperto il condotto. Dalle misurazioni effettuate abbiamo stimato che i condotti dei tubi lavici, rispetto alle strutture terrestri, sono da 2 a 10 volte più grandi su Marte e fino a 100 volte più grandi sulla Luna (a causa della gravità inferiore). Questo significa che sul nostro satellite naturale un tubo lavico potrebbe avere quasi un chilometro di diametro e volumi complessivi che superano il miliardo di metri cubi". Una scoperta che apre lo spazio a scenari interessanti sia in vista del prossimo ritorno dell'uomo sulla Luna, sia dell'obiettivo Marte. "Sì, perché le cavità sotterranee sono schermate dalla radiazione cosmica (uno dei maggiori problemi per gli astronauti) e sono caratterizzate da escursioni termiche limitate tra il giorno e la notte", precisa Sauro. "Inoltre, nel caso della Luna, rappresentano dei ripari per le piogge di micrometeoriti. Quindi, una cavità di questo tipo potrebbe essere la chiave per installare basi permanenti nei luoghi che l'uomo riuscirà a raggiungere. Infine, per quanto riguarda Marte, considerando le condizioni favorevoli e la possibile presenza di accumuli di ghiaccio, le grotte potrebbero essere dei target molto promettenti anche per la ricerca di vita extraterrestre". A confermare l'interesse delle agenzie spaziali per questi tunnel c'è anche l'addestramento che molti astronauti hanno ricevuto per imparare a muoversi in sicurezza ed efficacia dentro una grotta. Insomma, è possibile, se non addirittura probabile, che le perlustrazioni del sottosuolo faranno parte del futuro delle esplorazioni spaziali.

per il già importante insediamento sul corpo celeste a noi più vicino, infatti, possono essere considerati anche come il primo, fondamentale, step da compiere verso Marte, la successiva meta dell'esplorazione spaziale umana. "Per noi europei è essenziale far parte della missione dedicata alla Luna, per poi rivendicare un ruolo anche in quelle che la seguiranno", sostiene Accomazzo. "In questo modo potremo rimanere all'avanguardia in molteplici aspetti del volo spaziale". La collaborazione oggi con la NASA, quindi, è basilare per essere competitivi e porterà anche a risvolti storici per l'Europa. Non è escluso, infatti, che possano essere coinvolti astronauti europei. "Gli astronauti delle nazioni europee fanno tutti parte dell'ESA", spiega Saccoccia. "Certamente alcuni parteciperanno alle future missioni. In ogni caso, la possibilità di essere un membro dell'equipaggio dipende anche dagli accordi diretti dei singoli stati. Considerando quanto sono importanti le collaborazioni tra noi e la NASA, speriamo che un astronauta italiano riesca a inserirsi nei voli che saranno programmati. A riguardo io sono ottimista". Chissà, forse una delle prossime impronte sul suolo lunare sarà proprio di uno dei nostri. ■

EMILIO VITALIANO *è un giornalista freelance*



Il primo sbarco sulla Luna con la missione Apollo 11

123RF

I PROSSIMI PASSI DA GIGANTE

Dai ragni robot alle antenne sulle coste della Cornovaglia, anche la Gran Bretagna sta moltiplicando gli sforzi per giocare un ruolo importante nelle prossime missioni lunari

Tra circa un anno un piccolo ragno robot potrebbe muovere i suoi primi passi sulla superficie lunare. Forse non è esattamente il Ragno di Marte, ma il compianto David Bowie ha effettivamente avuto un ruolo nel rendere reale tutto questo. Pavlo Tanasyuk, fondatore e amministratore delegato della compagnia britannica Spacebit, ricorda un'occasione in cui stava ascoltando *The Rise And Fall Of Ziggy Stardust And The Spiders From Mars* di Bowie e si era domandato se un giorno sarebbe stato possibile costruire rover con zampe articolate anziché ruote. L'idea è rimasta in quiescenza fino a quando Tanasyuk non l'ha menzionata a un amico durante una visita alla JAXA (l'Agenzia Aerospaziale Giapponese): l'amico ha subito risposto citando il proverbio giapponese dell'asagumo, il ragno del mattino che porta fortuna. "È in quel momento che la mia mente ha fatto click", dice Tanasyuk, "e ho deciso che avremmo costruito davvero quel rover".

Ha dunque coinvolto la Spacebit nello sviluppo del ragno robot, chiamato proprio Asagumo, e il suo lancio è attualmente previsto per luglio 2021, a bordo del lander Peregrine sviluppato dalla compagnia privata americana Astrobotic. Peregrine avrà come vettore un razzo Vulcan Centaur e, se tutto andrà secondo i piani, l'Asagumo sarà il primo lander lunare britannico.

Muoversi sulla Luna è problematico per via della regolite, lo strato di roccia frammentata e polvere che ricopre la superfice. Un rover dotato di zampe andrà incontro a due rischi: quello che una zampa affondi nello strato e resti intrappolata, e quello che polvere o frammenti di roccia si insinuino nelle articolazioni o nei motori e li inceppino.

Per ovviare al primo problema la Spacebit ha progettato zampe simili a bastoni da sci, con dei pad alle estremità che impediscono a queste ultime di affondare nella superficie. Il secondo rischio invece andrà affrontato e basta. D'altra parte il rover non dovrà camminare sulla Luna a tempo indefinito, ma solo il necessario a localizzare il suo vero obiettivo: un tunnel lavico lunare.

QUESTIONI DI LAVA

Un tunnel lavico si forma quando un torrente di lava cola da un vulcano. La parte superficiale, esposta all'aria, si solidifica gradualmente fino a formare un "tetto" sopra al torrente, e quando la lava che scorre sotto si esaurisce quel che resta è un tunnel vuoto. Un tempo la Luna possedeva vulcani attivi e oggi ospita tunnel lavici, anzi si pensa che ce ne siano tantissimi.

All'interno di questi tunnel dovrebbero esserci molta meno polvere e molte più rocce: un ambiente più adatto a zampe robotiche pensate per scavalcare gli ostacoli. "Abbiamo già eseguito prove nei tunnel lavici del monte Fuji in

Giappone", dice Tanasyuk. "Siamo entrati in un tunnel con il rover e abbiamo testato il suo funzionamento. Fondamentalmente abbiamo capito che in quell'ambiente le zampe sono meglio delle ruote, perché più adatte a gestire gli ostacoli".
Ci sono alcuni tunnel lavici nei pressi del sito di atterraggio previsto per Peregrine, e uno è già stato designato come obiettivo primario per l'Asagumo. Il motivo di tanto interesse per i tunnel è che una base lunare con occupanti umani potrebbe trovare posto un giorno proprio dentro queste formazioni naturali.

PRIMI PASSI

La Gran Bretagna si prepara a toccare la Luna fin dall'epoca delle missioni Apollo della NASA, tra la fine degli anni Sessanta e l'inizio degli anni Settanta. Tra i pionieri della scienza spaziale britannica figurano gli scienziati planetari Grenville Turner e Colin Pillinger, personaggi stimati al punto da aver avuto accesso alle rocce lunari portate sulla Terra dagli astronauti delle missioni Apollo, un fatto che costituisce già da solo un encomio. Per poter toccare quei reperti devi essere tra i migliori al mondo nel tuo campo", spiega Sue Horne, a capo della sezione esplorativa dell'Agenza Spaziale del Regno Unito, che definisce anche Pillinger e Turner "autentici maghi della strumentazione".
Con la loro collaborazione i due hanno portato all'eccellenza la Gran Bretagna nel campo della cosmochimica: un'impresa ottenuta analizzando campioni provenienti non solo dalla Luna ma anche da meteoriti, inclusi alcuni che si pensa siano arrivati da Marte. Anche tra i loro allievi si contano studiosi con importanti carriere scientifiche, che a loro volta hanno istruito altri scienziati ancora. "Nella cosmochimica siamo all'avanguardia", dice Sue Horne, tanto è vero che la Gran Bretagna attualmente fornisce d'abitudine strumentazione fondamentale per varie missioni dell'ESA (l'Agenzia Spaziale Europea), tra cui la missione Rosetta per studiare le comete, il Solar Orbiter lanciato di recente e la futura JUICE, la missione per studiare le lune ghiacciate di Giove. In cambio dell'esperienza scientifica e del materiale, gli scienziati britannici hanno completo accesso alle missioni: "Lavorando con l'Europa", spiega Sue Horne, "otteniamo molto di più di quel che potremmo raggiungere da soli".
E la collaborazione è destinata a continuare: per esempio la Open University sta realizzando per l'ESA un laboratorio per analisi chimiche in miniatura chiamato ProSPA, che nel 2025 verrà lanciato assieme alla missione Lunar Resource Lander (Luna 27), gestita in concerto dall'ESA e dalla Russia. Alla stessa missione lavora anche la compagnia MDA UK, che sta realizzando un LiDAR per misurare la distanza dal terreno, una componente fondamentale per il sistema di atterraggio autonomo della missione stessa.

IN PROFONDITÀ

Oltre agli aspetti scientifici, Sue Horne e i suoi colleghi hanno individuato un'altra necessità emergente nel campo dell'esplorazione spaziale: le comunicazioni nello Spazio profondo. Può non suonare particolarmente emozionante, ma diventerà sempre più rilevante ma mano che le missioni sulla Luna si moltiplicheranno. In passato più o meno ogni missione lunare doveva portare con sé un trasmettitore abbastanza potente da inviare un segnale fino alla Terra, ma oggi in Gran Bretagna è in realizzazione un satellite apposito chiamato Lunar Pathfinder, che dovrà orbitare attorno alla Luna stessa e trasmettere i segnali radio alla Terra in modo che lander, rover e veicoli orbitali non avranno più bisogno di portarsi dietro trasmittenti di grosse dimensioni. La sua costruzione è in corso presso la Surrey Satellite Technology Limited (SSTL) di Guildford. L'ESA finanzia il progetto e sarà anche il primo acquirente.

Il lancio è previsto per il 2023, e una volta che Lunar Pathfinder sarà operativo l'ESA già progetta un'intera flotta di satelliti attorno alla Luna per creare una sorta di GPS lunare: "L'idea è di avere un certo numero di satelliti in orbita che permettano una copertura completa della superficie lunare e un servizio di navigazione ad alta affidabilità", dice Nelly Offord, business line manager per il settore esplorativo e capo dei servizi per la Luna presso l'SSTL.
Ovviamente, oltre a un satellite che manda segnali dalla Luna serve anche una stazione ricevente sulla Terra. Ed è qui che entra in gioco la, per ora defunta, Stazione Terrestre Satellitare di Goonhilly, situata nella penisola di Lizard, lungo la costa meridionale della Cornovaglia. Fu costruita nel 1962 per ricevere i segnali del satellite sperimentale Telstar e nei decenni seguenti divenne via via la stazione satellitare terrestre più grande del mondo, prima di diventare altrettanto gradualmente obsoleta.
La sua rinascita ha avuto inizio nel 2011, quando la compagnia privata Goonhilly Earth Station Limited ha preso in affitto il sito dalla British Telecom e ha cominciato a ristrutturare le antenne. Oggi, quasi un decennio dopo, il progetto ha attratto nuovi finanziamenti dall'ESA e dal fondo Cornwall Local Enterprise Partnership, e la ricostruzione delle antenne – che si trovavano in uno stato di grave abbandono – prosegue. "Un'antenna aveva addirittura un albero che le cresceva dentro", dice Matthew Cosby, direttore del settore ingegneria spaziale di Goonhilly.
Ora il sito in Cornovaglia si prepara a fornire copertura aggiuntiva al sistema di tracking nello spazio profondo dell'ESA, il cosiddetto ESTRACK. In particolare riceverà dati da vecchie missioni ESA come Integral, Gaia e Mars Express, e fungerà anche da stazione terrestre per il Lunar Pathfinder dell'SSTL.

GIOCATORI DI PRIMO PIANO

Non è un segreto che gli Stati Uniti stiano lavorando alacremente per tornare sulla Luna con il programma Artemis: la Casa Bianca ha imposto alla NASA il 2024 come scadenza al posto di un più realistico 2028. Si tratta di un'anticipazione non da poco, e non è nemmeno chiaro se la NASA abbia i fondi e il personale per farcela da sola: per ora ha già cominciato a chiedere aiuto alle industrie americane, in particolare per la costruzione di lander, ma è verosimile che a un certo punto dovrà cercare anche sostegni internazionali.
Nelly Offord ritiene che l'ESA e la Gran Bretagna possano risultare utili proprio nel fornire sistemi di comunicazione di alta qualità: "La NASA si è detta molto interessata ai nostri servizi e l'ESA sta già discutendo con loro su quali missioni potrebbero aver bisogno della nostra assistenza".
Inoltre, non è improbabile che a un certo punto si facciano avanti anche imprese private in cerca di nuove tecnologie di comunicazione. Prendiamo per esempio la Spacebit di Tanasyuk: la missione con il ragno robot dell'anno prossimo sarà solo la prima di un intero programma di missioni di complessità crescente. Il primo atterraggio potrebbe anche non riuscire a centrare un tunnel lavico: in quel caso l'Asagumo verrà usato per dare una dimostrazione della sua tecnologia robotica. "Scatterà dei selfie ed eseguirà alcuni esperimenti scientifici, i cui dati verranno distribuiti gratuitamente a scuole e università", dice Tanasyuk.
Si tratta in ogni caso di una missione con precisi limiti temporali: l'Asagumo è alimentato dall'energia solare, e quando il Sole tramonta sulla Luna riappare solo due settimane dopo. Al suo ritorno il minuscolo Asagumo, che può stare nel palmo di una mano, si sarà già fermato per sempre. Di fatto la durata di questa prima missione sarà di appena una settimana.
Per la seconda missione la Spacebit ha progettato un "trasportatore" che può contenere vari Asagumo: una sorta di "nave madre" molto più grande dei ragni robot, in grado di sostenere questi ultimi anche durante la notte lunare, alla fine della quale i robot potranno scendere di nuovo sulla superficie e proseguire la loro missione. Se tutto andrà bene, nella terza missione il trasportatore verrà sbarcato dall'orbita sulla superficie da un lander fatto dalla Spacebit stessa. Ed è proprio questa la direzione che la compagnia vuol seguire in futuro: "Nessun altro a parte noi in tutta l'area europea sta progettando un lander lunare", dice Tanasyuk. Il progetto a lungo termine è quello di occupare almeno una parte del futuro mercato dei trasporti per la Luna. Grazie al coordinamento dell'Agenzia Spaziale britannica, varie compagnie e organizzazioni della Gran Bretagna si stano muovendo per posizionarsi in ruoli chiave nella nuova corsa dell'uomo alla Luna. È già di per se stessa una cosa emozionante, ma Sue Horne ci tiene a ricordare che rappresenta anche una sorta di prova generale per qualcosa di ancora più grande: le missioni su Marte. "L'obiettivo a lungo termine è portare l'uomo su Marte", dice Sue Horne. "Ma per riuscirci dobbiamo prima usare la Luna come terreno di prova, per testare tecnologie e possibilità pratiche". ■

Stuart Clark

ILLUSTRAZIONE: MAGIC TORCH

NEIL SCHEIBELHUT/HI-SEAS/UNIVERSITY OF HAWAII

FUORI DAL MONDO

IN QUESTO MOMENTO GLI AMBIENTI PIÙ ESTREMI DELLA TERRA OSPITANO VARI TEAM DI ASTRONAUTI INTENTI AD ADDESTRARSI, A TESTARE GLI STRUMENTI E I PROTOCOLLI DI CUI AVRANNO BISOGNO PER VIVERE SU ALTRI PIANETI

TESTI: ROB BANINO

←↓

VITA SU MARTE

HI-SEAS, BIG ISLAND, HAWAII, USA

La tuta spaziale non è il primo abbigliamento che viene in mente se si pensa di fare un giro alle Hawaii. Eppure ne avrete bisogno se contate di passare otto mesi nell'habitat di HI-SEAS (Hawaii Space Exploration Analog and Simulation), sul vulcano Mauna Loa. Presso HI-SEAS i ricercatori possono studiare i sistemi migliori per gestire la mancanza di spazio, l'isolamento e la pressione psicologica delle missioni spaziali di lunga durata, come per esempio quella su Marte. Per aggiungere realismo alla simulazione, nelle comunicazioni radio tra missione e centro di controllo c'è un ritardo di venti minuti e chiunque metta piede nell'ambiente simil-marziano di Mauna Loa (come Martha Lenio che potete vedere alla pagina precedente mentre raccoglie campioni di roccia) deve indossare la tuta spaziale.
Ogni tanto, tuttavia, anche il realismo ha dovuto cedere terreno al senso pratico, come quando per problemi di budget le vere tute spaziali sono state sostituite con tute protettive Hazmat, o quando alcuni carrelli postali sono stati usati come "unità robotiche per rifornimenti" (nella foto in basso). Anche in questi casi comunque le missioni, che possono durare fino a un anno, conservano tutta la loro validità didattica per gli aspiranti astronauti: "Ho imparato quanto sia importante avere senso dell'umorismo, ottime capacità di comunicazione e una personalità flessibile", ha commentato Lenio.

→

IN ACQUE PROFONDE

NEEMO, KEY LARGO, FLORIDA, USA

Riprodurre un ambiente a gravità e pressione ridotte come quello della superfice lunare può rappresentare un problema, a meno di non scendere negli abissi come gli "acquanauti" del programma NEEMO (NASA Extreme Environment Mission Operations). Nelle missioni NEEMO gruppi di sei aspiranti astronauti si immergono a 5,6 chilometri al largo della costa della Florida e raggiungono la base Aquarius, un angusto habitat di trentasette metri quadri a diciannove metri di profondità sul fondo dell'oceano, dove sperimentano che cosa significa vivere e lavorare in un ambiente alieno.
Nella foto qui accanto potete vedere il team della ventiduesima missione NEEMO (che ha avuto luogo nel giugno del 2017) mentre testa il Sistema di Trasporto Equipaggiamento Modulare (METS), un carrello a quattro ruote che contiene involucri intercambiabili per attrezzature e strumentazioni, progettato per aiutare gli astronauti a trasportare questo tipo di materiale sui terreni accidentati. Quando si esplora un altro pianeta ogni secondo conta: quanto più equipaggiamento si può trasferire in un sito con un unico viaggio, tanto più si riesce a massimizzare il tempo a disposizione. Oltre a mettere alla prova il METS, la missione ha anche condotto un'analisi dei coralli *in situ* e testato protocolli di evacuazione.

HI-SEAS/UNIVERISTY OF HAWAII, NASA ANALOGS

UNA PORTA PER MARTE

PROGETTO C-SPACE, DESERTO DEL GOBI, CINA

Se i progetti a lungo termine per una missione umana su Marte della Cina dovessero continuare, alcuni taikonauti (*tai kong* in cinese significa Spazio) probabilmente verranno addestrati proprio qui, presso la base marziana simulata del Progetto C-Space, che per il momento è popolata solo di turisti e studenti in gita scolastica.
La struttura, che si trova a quaranta chilometri dalla città di Jinchang, nella provincia di Gansu, ha aperto i battenti nell'aprile del 2019: è formata da nove moduli interconnessi che includono aree abitative, una sala di controllo e persino la simulazione di una porta stagna. Il suo scopo è trasmettere ai visitatori un'idea di che cosa significhi lavorare in un ambiente dove le risorse sono limitate e ogni singolo aspetto della vita dev'essere sempre monitorato e controllato.
Il progetto è stato voluto dal governo provinciale di Gansu e dalla Compagnia di Investimenti per le Stelle, l'Universo, la Cultura e il Turismo di Jinchang, nell'ottica di incrementare l'attività turistica di una delle regioni cinesi più povere, ma nella sua realizzazione è stato coinvolto anche il Centro Astronautico della Cina: in tal modo, con altri investimenti e un'ulteriore espansione, il sito può diventare un effettivo luogo di addestramento per taikonauti.

GETTY IMAGES, ESA/A ROMEO

ROCCE DA GEOLOGI

PANGEA-X, LANZAROTE, ISOLE CANARIE

Prima di poter localizzare forme di vita, bisogna imparare a cercarle. Ed è proprio questo che la campagna Pangea-X dell'Agenzia Spaziale Europea – sostanzialmente un addestramento geologico sul campo – insegna ai suoi astronauti. Lanzarote, a largo della costa nord-occidentale dell'Africa, è il sito ideale perché le sue rocce ricche di basalti e minerali sono buoni sostituti sia della Luna sia di Marte. Sull'isola gli astronauti possono addestrarsi a identificare i siti migliori dove raccogliere campioni, testare le tecniche di campionatura e abituarsi ai vari aspetti pratici dell'esplorazione extraterrestre, come il ritardo nelle comunicazioni con il centro di controllo.

La sonda bianca che si vede in secondo piano nella foto è un microscopio che trasmette immagini al tablet montato sul petto dell'astronauta – una sorta di "Diario da Campo Elettronico" – che a sua volta le registra e le mette e disposizione del team scientifico rimasto al campo base. Quest'ultimo può così suggerire quali altri campioni bisognerebbe raccogliere.

Il progetto ha già ottenuto anche successi: nelle rocce di Lanzarote i partecipanti alla campagna del 2017 hanno scoperto alcuni minerali ancora sconosciuti legati ad ambienti acquatici, che potrebbero racchiudere indizi sull'abitabilità passata e futura di altri pianeti.

↑

ALTO E ASCIUTTO

ARADS, DESERTO DI ATACAMA, CILE

Il deserto di Atacama raggiunge altitudini di quattromila metri e vi cadono in media meno di quindici millimetri di pioggia all'anno. Se a questo si aggiunge una esposizione pressoché costante ai potenti raggi ultravioletti del sole, si ottiene uno degli ambienti più duri e aridi della Terra. Nonostante questo non è privo di vita: nascosti tra le rocce e sepolti sotto terra si annidano microbi, proprio come potrebbe accadere su Marte. Ed è per questo che la NASA lo ha scelto come sito per testare i sistemi di ricerca della vita extraterrestre.
Tra il 2016 e il 2019 il progetto ARADS (Atacama Rover Astrobiology Drilling Studies) ha messo alla prova il prototipo di un nuovo, avanzato rover: il K-REX2 (nella foto in alto), che a differenza degli altri rover impiegati su Marte, capaci di raccogliere campioni solo sulla superficie o poco al di sotto, è equipaggiato con una trivella "intelligente" che sa regolare la pressione per penetrare attraverso diversi generi di strato geologico, in modo da raccogliere campioni fino a profondità di due metri.

→

SI VA SOTTOTERRA

PROGETTO CAVES, SARDEGNA, ITALIA

Lo stress, si sa, influisce sulle prestazioni. E quando c'è così tanto in gioco – la nave, la missione, la vita nostra e dei nostri compagni di equipaggio – lo Spazio diventa probabilmente l'ambiente più stressante che si possa immaginare. Per questo un aspirante astronauta deve essere in grado di operare bene anche in simili condizioni. Ed è qui che entra in scena il progetto CAVES dell'Agenzia Spaziale Europea. Si tratta di un corso annuale di due settimane nel quale astronauti da tutto il mondo scendono in gruppo in una serie di caverne in Slovenia o in Sardegna, restando sottoterra per sei giorni consecutivi.
Vivere e lavorare in un ambiente così angusto e ostile mette alla prova fino allo stremo le doti individuali di pazienza, orientamento, concentrazione sull'uso degli strumenti e vigilanza necessaria per mantenere tutti in sicurezza: le stesse abilità necessarie durante un viaggio nello Spazio. **SF**

ROB BANINO *(@robertbanino) è un giornalista scientifico indipendente di Bristol*

NASA/ARADS, ESA

COME COLTIVARE CIBO NELLO SPAZIO

GLI ESPERIMENTI DEGLI SCIENZIATI IN UNA REMOTA BASE ANTARTICA

TESTI: **HAYLEY BENNETT** IMMAGINI: **ESTHER HORVATH**

Attualmente gli astronauti si nutrono in gran parte di pasti preconfezionati, mentre la frutta e la verdura fresche sono un piacere raro. Ma le tecnologie di coltivazione in ambienti chiusi stanno facendo grandi passi avanti e si stanno studiando modi sempre più efficaci per coltivare cibo nello Spazio, sia per le missioni di lunga durata, sia per i futuri insediamenti sulla Luna o su Marte. E qual è il posto migliore per collaudare queste tecnologie? L'Antartide, a quel che pare. Nella stazione Neumayer III, dell'Istituto Alfred Wegener – una base tedesca per la ricerca polare – è stata creata una serra autosufficiente nell'ambito di un progetto chiamato EDEN ISS, che sviluppa tecniche di produzione alimentare per la Stazione Spaziale Internazionale (ISS) e le future colonie spaziali umane. Qui i ricercatori stanno già vedendo i frutti (ma sarbbe meglio dire le verdure!) del loro lavoro.

VEGETALI SURGELATI

Il paesaggio ghiacciato dell'Antartide potrebbe sembrare un posto improbabile per una serra, ma l'isolamento, le risorse limitate e l'ambiente ostile lo rendono un analogo ideale delle condizioni che affronterebbero gli astronauti coltivando piante nello Spazio. La struttura mobile lunga 12 metri, composta da due container collegati, ospita la tecnologia per l'agricoltura al chiuso senza suolo, compresi i sistemi di controllo della temperatura e dell'umidità, il riciclaggio dell'acqua, il pompaggio automatizzato delle sostanze nutrienti, l'illuminazione a LED e il monitoraggio remoto dell'impianto. È stata messa a punto in Germania e spedita in Antartide nell'ottobre 2017.

In questa foto Daniel Schubert (a destra), che dirige il progetto EDEN ISS, e un collega trainano una slitta carica di rifornimenti verso la serra, che si trova a circa 400 metri dalla stazione principale di Neumayer III. È "una faticaccia" arrivarci in queste condizioni, dice Schubert, spiegando che la serra è posizionata così lontano perché dietro qualsiasi oggetto grande si formano enormi cumuli di neve. La stazione principale evita questo problema perché è appositamente sagomata ed è sollevata su palafitte idrauliche per impedire l'accumulo di neve.

↑ →

METTERE RADICI

Il processo di coltivazione presso EDEN ISS è aeroponico: un sistema che non utilizza il suolo, perché le colture assorbono le sostanze nutrienti da acqua nebulizzata che raggiunge le radici. Le verdure crescono su supporti verticali: nella serra si ottiene così una superficie di coltivazione totale di 12,5 metri quadrati, in cui le radici sono esposte nei vassoi di crescita delle piante.
Come spiega Schubert, all'interno della serra tutto può essere regolato a distanza dal controllo della missione situato presso il Centro aerospaziale tedesco di Brema, tranne la semina, il raccolto e la pulizia, che vanno svolti a mano. Nella foto a destra, l'ingegnere agrario Markus Dorn prepara i vassoi di semi usando blocchetti di lana di roccia imbevuti di soluzione nutritiva. La lana di roccia, che viene prodotta filando la roccia fusa e ottenendo una fibra, ha una consistenza simile allo zucchero filato: trattiene l'acqua e aiuta a stabilizzare le radici. I semi germogliano nei vassoi per circa due settimane prima di essere trasferiti nei supporti verticali.

↑

SOTTO SORVEGLIANZA

La serra è dotata di un sistema di sorveglianza delle colture: telecamere ad alta definizione che aiutano il team a tenere d'occhio i vassoi in cui crescono le piante. In questa immagine, la botanica Anna-Lisa Paul dell'Università della Florida sta calibrando una fotocamera appositamente predisposta a rilevare lo stress delle colture – in questo caso il cavolo rapa – prima che sia visibile a occhio nudo. Piante sane e non stressate, che sono ben idratate e nutrite correttamente, riflettono una percentuale più elevata della luce nella parte dello spettro dell'"infrarosso vicino", rispetto alla luce azzurra e verde, che ha una lunghezza d'onda inferiore. La fotocamera è in grado di rilevare queste lunghezze d'onda, determinando se le piante sono stressate o sane. Paul spiega che in questo modo è possibile affrontare i problemi prima che sia troppo tardi. "La cosa è particolarmente importante quando le risorse sono limitate e l'habitat è intrinsecamente ostile, come nello Spazio", afferma.

→

RACCOGLI QUELLO CHE HAI SEMINATO

Nel corso dell'inverno antartico del 2018, tra febbraio e novembre, la serra ha prodotto 268 chilogrammi di vegetali, tra cui 67 di cetrioli e 50 di pomodori. Lo splendido raccolto che vediamo nella foto è quello dell'inizio dell'anno successivo, a gennaio 2019. Oltre a cetrioli e pomodori, il personale ha potuto gustare bietole, ravanelli, erbe aromatiche e diverse varietà di lattuga. L'illuminazione a LED è calibrata per produrre principalmente luce rossa, poiché questo è il colore più efficace per alimentare la fotosintesi, ma ci sono sette diversi "regimi" di luce tarati sull'altezza delle colture e sulla quantità di luce di cui hanno bisogno. "Abbiamo sviluppato specifiche miscele di luce per le piante", chiarisce Schubert. "Quindi, per esempio, la lattuga riceve un mix di luce diverso rispetto ai cetrioli." Inoltre la luce aumenta gradualmente la mattina, creando un'alba artificiale. Tranne per i pomodori, non viene coltivata frutta, ma il gruppo di scienziati ne ha di surgelata in dispensa.

ESPLORAZIONI SPAZIALI

NASA/JSC, GETTY IMAGES

←

TAGLIO PERFETTO

Il barbiere più vicino è a migliaia di chilometri e così il direttore della stazione, Bernhard Gropp, con l'ausilio di un rasoio taglia i capelli all'ingegnere Thomas Schad. Il legame di squadra è importante in queste condizioni estreme: in inverno la temperatura può scendere a 40 gradi sottozero e per 11 settimane all'anno la luce solare non lambisce il ghiaccio. Come nello Spazio, un taglio di capelli e un po' di verdure fresche aiutano molto il morale dell'equipaggio. L'impatto psicologico dei vegetali freschi a Neumayer III è a sua volta oggetto di studio. "Abbiamo un gruppo di ricerca specifico che lo sta valutando con questionari e discussioni di gruppo", spiega Schubert. "A quel che pare, l'effetto è positivo". Il progetto EDEN ISS continuerà fino almeno al 2021: i botanici di tutto il mondo sono invitati a proporre studi da svolgere in questa struttura unica.

↑

SPLENDIDO ISOLAMENTO

Ogni anno la stazione di ricerca Neumayer III, che vediamo qui da uno degli elicotteri dell'Istituto Alfred Wegener, si sposta di circa 150 metri verso nord, insieme alla piattaforma di ghiaccio Ekström su cui si trova. È un luogo isolato, in particolare durante i mesi invernali, quando i nove membri dell'equipaggio (tre dei quali si occupano delle piante) trascorrono la stagione completamente separati dal mondo esterno. Durante l'estate, il numero di scienziati di Neumayer III arriva a circa 50, con molteplici progetti di ricerca su argomenti che vanno dalla chimica dell'aria al ghiaccio marino e ai pinguini. Nonostante l'isolamento, c'è uno stretto contatto durante tutto l'anno tra il personale in Antartide e i colleghi in Germania. "Oggi è abbastanza semplice", commenta Schubert. "Abbiamo un grande gruppo su WhatsApp che include le persone che trascorrono l'inverno nella base, e uno più ristretto dedicato alla serra". Ma, sebbene i colleghi lontani possano essere d'aiuto se qualcosa va storto, le abilità tecniche di quelli sul campo sono cruciali, proprio come nello Spazio. ■

HAYLEY BENNETT *(@gingerbreadlady) è una divulgatrice scientifica che lavora a Bristol, nel Regno Unito.*

PERCHÉ TUTTA

GETTY IMAGES/MAGIC TORCH

QUESTA RABBIA?

Basta dare un'occhiata al cellulare o aprire un social media per trovarsi inondati di tweet inferociti e titoli che scatenano rabbia. Ma perché siamo tutti così furiosi? È la nostra cultura che ci spinge ad arrabbiarci sempre di più?

Testi: **AMY FLEMING**

Nel Ventunesimo secolo l'indignazione è diventata l'emozione che ci definisce maggiormente, una sorta di "medaglia al valore" da ostentare con orgoglio. Le orde di Twitter sono sempre pronte a rovesciarsi come una valanga contro chi sostiene un'ideologia diversa dalla propria. La rabbia viene cercata, corteggiata ed esaltata come mai prima d'ora.

Quale che sia lo schieramento che si sceglie, lo sdegno e la sete di vendetta – spesso accompagnati da scarsa attenzione al contesto e altrettanta scarsa compassione per chi in 280 caratteri o anche meno potrebbe aver commesso un errore – sono diventati ormai un fenomeno inquietante. Seduto sul seggiolino di un autobus, armato di smartphone e protetto dal completo anonimato, chiunque ha il potere di bullizzare, abusare e umiliare. Ma la domanda è: questa rabbia che esplode in un istante e questa polarizzazione aggressiva rischiano di sconfinare dallo schermo alla vita "reale", quella di carne e sangue? O, ipotesi ancor meno tranquillizzante, quel che avviene online è solo uno specchio di quel che è già presente tra di noi?

RIBOLLIRE IN SILENZIO

È difficile stabilire da un punto di vista scientifico se oggi ci arrabbiamo di più o semplicemente manifestiamo in maniera più pubblica la nostra rabbia. L'ultimo Rapporto Globale Gallup sulle Emozioni iniziato nel 2016 e basato su 151mila interviste in 140 paesi diversi, ha riscontrato che il numero di persone che si dichiarano arrabbiate è aumentato, con una media globale che attualmente si aggira attorno al 22 per cento (nei paesi che vivono in guerra la percentuale raddoppia, con un 43 per cento di arrabbiati in Palestina e un 44 per cento in Iraq). Tuttavia lo psicoterapeuta e scrittore Aaron Balick si sente di affermare con sicurezza che, nell'era di internet, "la contagiosità emotiva della rabbia è cresciuta, e la rapidità con cui si diffonde in una popolazione è palese".

C'è da dire che fino a tempi recenti mostrare apertamente rabbia era un segno di mancanza di autocontrollo: la maggior parte delle persone si sforzava di tenere nascoste determinate reazioni, e si pensava che la "giusta collera" fosse una cosa riservata a Dio e ai predicatori. Oggi invece, nelle parole della storica Barbara H. Rosenwein, la rabbia "si è secolarizzata e generalizzata… al punto che la furia di chiunque appare virtuosa". Qualunque causa uno decida di sostenere, che sia il femminismo, l'attivismo ecologista o la Brexit, esprimere indignazione oggi può essere visto come qualcosa di nobile e coraggioso, una forma di superiorità morale. Ma, a conti fatti, è un atteggiamento produttivo?

VEDERCI ROSSO

"I comportamenti aggressivi hanno un enorme costo economico", dice Nadja Heym, psicologa della Nottingham Trent University specializzata in differenze individuali, psicopatologia e comportamenti antisociali. "Il loro impatto sui rapporti interpersonali, la produttività lavorativa, la salute mentale e la salute in senso generale è pesantissimo". E, se è vero che non possiamo impedire a noi stessi di arrabbiarci, permettere alla rabbia di diventare qualcosa di costante nella nostra vita, quasi una malattia cronica, rischia di farci varcare la linea dell'abuso. "Lasciare libera la rabbia in una certa misura può essere funzionale", spiega la Heym. "A renderla disfunzionale sono

"I COMPORTAMENTI AGGRESSIVI HANNO UN ENORME COSTO ECONOMICO PER IL LORO IMPATTO SU SALUTE MENTALE, PRODUTTIVITÀ E RAPPORTI INTERPERSONALI"

IN ALTO: **Le ricerche hanno dimostrato che le persone sono più propense a manifestare rabbia e aggressività quando si trovano in gruppo oppure in mezzo a una folla**

l'intensità e la frequenza con cui viene espressa, e la sua durata".
In quanto istinto basilare di sopravvivenza di fronte a una provocazione, una frustrazione o una minaccia, la rabbia innesca una risposta "attacca o fuggi". "È un'emozione per la quale siamo programmati", dice la Heym, "in grado di mobilitarci ed energizzarci fisicamente". Quando ci arrabbiamo il battito cardiaco accelera, siamo inondati di adrenalina e "vediamo rosso". Per controllare questi istinti animali legati all'amigdala la corteccia orbitofrontale fornisce un contesto, mentre i lobi frontali monitorano e regolano le emozioni, ma può accadere che il sistema sia mal regolato, a volte per fattori genetici, ma anche per comportamenti appresi (per esempio crescere in un ambiente domestico violento) o per una cattiva gestione personale della rabbia stessa.

"La rabbia", spiega la Heym, "porta con sé una sgradevole risposta cardiovascolare, che a sua volta può provocare sentimenti negativi dei quali sentiamo il bisogno di liberarci". Lasciar sfogare tutte queste cose all'esterno può dare un senso di sollievo, ma più spesso lo facciamo "più ci abituiamo ad associare il sollievo agli scoppi di furia".

Questo può finire per allontanarci da qualunque impiego produttivo della rabbia a favore delle esplosioni incontrollate. Anche rimuginare a lungo può favorire gli scoppi di collera: "Se continuiamo a pensare alla nostra rabbia e ai motivi che l'hanno provocata, seguitiamo a portarci dietro un'emozione negativa che con il tempo può intensificarsi".

UNA COLLERA SENZA FINE

Il problema dell'accesso non-stop ai social media è che i nostri confini personali, la nostra identità e i nostri valori possono venir attaccati ogni volta che guardiamo il cellulare, trasformandoci letteralmente in una scatola piena di fiammiferi.

"Si potrebbe dire che le persone siano ferite in maniera costante", dice Balick, che assimila la riduzione dei nostri margini di tolleranza a quel che ci succede quando siamo al volante. "Ci troviamo in uno stato di stress, alto o basso che sia: se qualcuno d'improvviso ci sterza davanti, siamo più portati a reagire urlandogli addosso dal finestrino. Se lo stesso stimolo ci colpisse mentre siamo relativamente calmi, avremmo una soglia di sopportazione a tenerci sotto controllo. Allo stesso modo, le persone esposte spesso alla rabbia sui social media tendono ad avere soglie più basse".

I social media rivestono un interesse particolare per Aaron Balick, che ha psicoanalizzato il comportamento delle persone on line per il suo libro *The Psychodynamics Of Social Networking*. Dalle sue ricerche emerge che una parte considerevole della rabbia on line dipende dall'anonimato.

Le persone sembrano più portate a usare account anonimi su Twitter che non su Facebook: "Se nessuno sa

"IL PROBLEMA DELL'ACCESSO NON-STOP AI SOCIAL MEDIA È CHE I NOSTRI CONFINI PERSONALI, LA NOSTRA IDENTITÀ E I NOSTRI VALORI POSSONO VENIRE ATTACCATI OGNI VOLTA CHE GUARDIAMO IL CELLULARE"

Aaron Balick paragona lo stare su Twitter al trovarsi al volante: chi si trova già in uno stato di relativo stress ha una maggiore probabilità di arrabbiarsi

chi sei veramente, ti senti più portato a scagliare dove vuoi la tua rabbia". Similmente, la sicurezza e l'anonimato relativi che proviamo quando siamo nella nostra auto possono portarci a comportamenti straordinariamente offensivi, che sottolineano a quali reali estremi siamo capaci di spingerci quando pensiamo di farla franca.

Il potere dell'anonimato è dimostrato da un celebre esperimento condotto nel 1970 da Philip Zimbardo, oggi professore emerito di Psicologia all'Università di Stanford, nel quale ad alcune studentesse veniva chiesto di infliggere scariche elettriche ad altri studenti. Alcune di loro vennero nascoste con cappucci sul viso e luci basse. Non è difficile immaginare quale dei due gruppi inflisse il doppio delle scariche elettriche rispetto all'altro. Qualche anno dopo, nel 1976, lo psicologo Ed Diener diede a 1.300 bambini la possibilità di rubare denaro e dolciumi durante un'uscita di "dolcetto o scherzetto" ad Halloween: quelli la cui identità rimaneva nascosta ne rubarono quantitativi nettamente superiori agli altri, come pure quelli che potevano agire in gruppo anziché da soli. Anche la

GETTY IMAGES X2

I CONSIGLI DI UNA NEGOZIATRICE PER GESTIRE LE PERSONE ARRABBIATE

Suzanne Williams *è un'esperta di negoziati con ostaggi che ha collaborato con l'FBI e Scotland Yard, contribuendo alla risoluzione pacifica di centinaia di rapimenti*

Nelle situazioni con ostaggi, abbiamo un mantra: cercare di capire prima di cercare di essere capiti. La stessa situazione si presenta anche con le persone arrabbiate. Innanzitutto dobbiamo tenere a freno le nostre emozioni, perché sono l'unico elemento su cui abbiamo controllo: i commenti aggressivi o negativi non devono mai essere presi sul piano personale, e bisogna badare a non alterare il proprio tono di voce in reazione a quello dell'interlocutore.

Si deve lasciare che la persona arrabbiata si sfoghi, badando nel contempo alla nostra sicurezza: dirle di calmarsi non è mai d'aiuto, mentre mostrare empatia spesso lo è. Conviene guardarla sempre negli occhi senza sorridere, per farle capire che la stiamo prendendo sul serio, e ascoltarla in maniera proattiva, per comprendere il meglio possibile qual è la situazione. A qualunque minaccia si deve reagire con la calma. Frasi come "So che non lo farai davvero" vanno evitate: molto meglio "Per favore non farlo". Meglio non dire nemmeno che capiamo che cosa l'interlocutore sta provando, perché in realtà noi non sappiamo che cosa ha dovuto passare. Possiamo piuttosto dire qualcosa come "Se ho capito correttamente quel che intendi...", per sottolineare sia il nostro sforzo di comprendere sia le preoccupazioni di chi ci parla.

Quando ci sembra di avere le idee più chiare, dobbiamo tentare di comunicare con calma. Frasi come "Comprendo il tuo punto di vista" o "Dev'essere una situazione frustrante" sono un buon punto di partenza. Anche usare il nome dell'interlocutore, se culturalmente appropriato, può aiutare a calmare gli animi, perché è una reazione automatica prestare attenzione quando sentiamo chiamare il nostro nome.

QUANDO UNA RABBIA CONTAGIOSA PORTA ALLA GOGNA

Nel 2013, Justine Sacco, senior PR officer trentenne di New York, si recò in Sudafrica per far visita alla famiglia. Stanca e stufa per il viaggio, postò una serie di tweet sarcastici ai suoi 170 follower appena prima di imbarcarsi per una coincidenza a Heathrow. A metterla nei guai fu in particolare un tweet che, nelle sue parole, aveva lo scopo di prendere in giro i suoi stessi privilegi di persona di razza caucasica: "Vado in Africa, spero di non beccarmi l'AIDS. Ma sto scherzando: sono bianca!" Quando atterrò, undici ore dopo, l'hashtag #HasJustineLandedYet aveva già fatto il giro di Twitter: una marea di persone le dava della razzista, chiedeva che venisse licenziata dal suo lavoro e gongolava al pensiero della sua reazione quando avesse acceso il cellulare una volta a terra. Qualcuno si premurò persino di fotografarla subito dopo l'atterraggio e di diffondere la foto on line. Justine perse per davvero il lavoro e divenne un paria.

Questa cultura tossica dello scherno pubblico è diventata in un certo senso la norma on line: sono molte le celebrità che vengono regolarmente "cancellate" (ossia perdono il sostegno di parte dei loro follower) per qualche tweet avventato, e molte di più le persone normali che si ritrovano licenziate o ricevono minacce di stupro o di morte. Ma che cosa porta le persone ad avere così tanta voglia di giudicare e schernire senza esitazione? "Quando usiamo un social media abbiamo quasi l'impressione che tutto stia avvenendo solo nella nostra testa", spiega lo psicoterapeuta Aaron Balick, "e questo ci porta a sentirci meno inibiti". A volte, tuttavia, le persone lo fanno in maniera più deliberata, "per cavalcare l'onda di energia", o cedendo alla tentazione di "sentirsi uniti sotto la bandiera di una giustificazione collettiva".

Nell'ottobre del 2019 l'ex presidente degli Stati Uniti Barack Obama si è espresso pubblicamente contro questa cultura dell'umiliazione, dicendo che sui social media "...la gente pensa che io voglia cambiare le cose giudicando il più possibile l'operato altrui, e nient'altro... Ma questo non è attivismo. Questo non porta nessun cambiamento. Se tutto quel che sapete fare è scagliare pietre, non credo proprio che arriverete tanto lontano".

"UN TWEET CON CUI NON SI È D'ACCORDO VIENE RITWITTATO IN TONI POLEMICI, DIVENTA VIRALE E IN CAPO A POCHI GIORNI IL SUO AUTORE ORIGINARIO È DIVENTATO UN BERSAGLIO, CHE È LECITO MINACCIARE DI MORTE E CHE PUÒ ANCHE PERDERE IL LAVORO"

Heym sottolinea come le persone siano più disposte a manifestare rabbia e aggressività quando si trovano in una folla: "Le persone si sentono meno identificabili, mentre noi abbiamo la sensazione di essere assediati e invasi nel nostro spazio personale".

La rabbia contagiosa delle masse di Twitter è un esempio anche troppo familiare, ed è una forza terrificante con cui confrontarsi: un tweet con cui non si è d'accordo viene ritwittato in toni polemici da altri, diventa virale e in capo a pochi giorni il suo autore originario è diventato un bersaglio, che è lecito minacciare di morte e che può anche perdere il lavoro, mentre i suoi assalitori si sentono sempre più galvanizzati dal giustificazionismo nato dall'essere una folla. Allo stesso modo, scrivere un tweet iroso che riceve molti like e viene ritwittato può rafforzare la nostra rabbia, e questa può essere un'esperienza elettrizzante in se stessa. Oppure può darci una tale soddisfazione che la rabbia originaria finisce per scomparire.

"La rabbia è un'emozione piuttosto sensazionalistica", spiega Balick. "Da una palla di neve può prodursi una valanga in cui il successo delle nostre esternazioni ci rende sempre più dipendenti dai feedback che riceviamo. È proprio così che funziona il contagio emotivo".

Ma è lecito affermare che Twitter sia volutamente configurato per alimentare la rabbia degli utenti? "Non so se ci sia dietro un reale intento di questo tipo", dice Balick. "Quel che so è che le emozioni che più fanno battere il cuore, come rabbia, paura o sesso, tendono a essere le più contagiose". E se questi argomenti per loro stessa natura circolano più degli altri, gli algoritmi dal canto loro non faranno che esacerbare il contagio.

In ogni caso, per quanto alcuni possano sentirsi esaltati nell'esprimere furia su Twitter, Balick pensa che non ci sia proprio nulla di produttivo in tutto questo: "Processare la rabbia è produttivo", spiega. Per esempio, se ci arrabbiamo con qualcuno che ci pungola in continuazione e quella persona si scusa, abbiamo processato la nostra rabbia. Anche parlare con il partner o con un amico di quel che ci fa arrabbiare può aiutarci a processare. "Ma se andiamo in giro per la strada urlando 'Odio le persone che mi pungolano!' e altri si mettono a urlare in risposta 'Anch'io odio quelli che pungolano me!', non otteniamo proprio nulla di produttivo. In questo caso la rabbia non serve a niente: si propaga soltanto".

È comunque difficile appurare quanto impatto abbia la rabbia che viaggia su Twitter sulle nostre vite off line. "I social sono un'estensione di quel che accade nella realtà", puntualizza Balick. A far arrabbiare la gente sono la povertà, le disuguaglianze, la sfiducia verso i politici, le minacce ai diritti sulla riproduzione, l'esclusione sociale e molte altre questioni concrete.

Lo psicologo Philip Zimbardo, interessato al potere dell'anonimato, scoprì grazie a un esperimento che le persone la cui identità rimaneva celata erano più disposte a infliggere scariche elettriche ad altri individui

DUKE DOWNEY/SAN FRANCISCO CHRONICLE/POLARIS/EYEVINE X2

"In qualche caso i social fungono da accelerante: accrescono rabbia, frustrazioni e polarizzazioni che sono già presenti". Si può poi sottolineare che ad alimentare la polarizzazione è anche il modo in cui regoliamo a livello personale i nostri flussi di notizie. "Social come Twitter tendono a potenziare il bias di conferma: se abbiamo un'opinione su qualcosa, saremo portati naturalmente ad accettare notizie e storie in linea con i nostri pregiudizi, e Twitter e Facebook non faranno altro che incapsularci ulteriormente in una bolla di realtà filtrata. È probabilmente corretto affermare che una situazione del genere induce e accresce quell'indignazione 'sicura di sé' che può poi tracimare anche fuori da internet".

INSPIRA ED ESPIRA...

Esistono strategie che aiutano a rimanere ragionevoli anche da arrabbiati: "Sta tutto nel riuscire a regolare un'emozione potente", dice la Heym, che passa poi a illustrare l'efficacia scientificamente provata di un metodo chiamato "rivalutazione cognitiva", che consiste nel fare un passo indietro dalla provocazione e cercare di guardarla da un punto di vista diverso. Per esempio può essere d'aiuto concentrarsi sul respiro, oppure contare. "Se qualcuno ci ruba il parcheggio davanti al naso", dice, "in noi sorge una risposta rabbiosa, a cui diamo sfogo imprecando o urlando oppure suonando il clacson. Qualcuno può persino decidere di scendere dall'auto e attaccare fisicamente l'altra persona. Rivalutare la situazione e riprendere il controllo prefrontale di questi desideri aggressivi può essere di grande aiuto".

In ogni caso tentare di reprimere la rabbia non è la soluzione giusta. "La rabbia tenuta compressa e inespressa per troppo tempo rischia di esplodere", avverte la Heym. L'energia rabbiosa può per esempio essere utilmente incanalata nello sport. Oppure, se ci sentiamo ormai sull'orlo della tracimazione, possiamo evitare la catastrofe dirigendo la nostra furia su un bersaglio diverso: "Prendiamo a pugni il sedile dell'auto anziché un'altra persona. È meglio liberarsi di un'ondata di furia che ci travolge in un dato momento, perché perderne il controllo al momento sbagliato potrebbe avere un costo enorme".

È utile anche la pratica della *Mindfullness*, che aiuta ad abituare la mente a comprendere che cosa accade nel presente senza avere reazioni. "Più la si pratica, più si migliora nei risultati", assicura la Heym. "Si impara che queste emozioni negative sono esperienze transitorie. Quando arrivano il nostro battito cardiaco aumenta, siamo inondati di adrenalina e vorremmo passare all'azione, ma osservare il nostro stato dall'esterno ci aiuta a comprendere la sua transitorietà e ci suggerisce come gestirlo in maniera molto più efficiente". E le aggressioni verbali possono far male almeno quanto quelle fisiche. Quando stiamo per reagire a un tweet provocatorio, alle lagne di un bambino stanco o a un automobilista molesto, la cosa giusta da fare è "muovere un passo indietro, respirare e tirarci fuori da quella sensazione di frustrazione, rielaborando cognitivamnte il tutto prima di fare qualunque altra cosa". ■

AMY FLEMING *(@amy_fleming)*
è una scrittrice scientifica freelance e una editor

IL MONDO SEGRETO DEI PRIMI MAMMIFERI

Testi: **STEVE BRUSATTE**

Ancora prima che il tirannosauro e il diplodoco calpestassero la superficie della Terra, un gruppetto di piccoli animali sopravviveva con successo, e un giorno avrebbe dominato il Pianeta. Oggi un gran numero di nuovi fossili ci racconta la loro storia

ILLUSTRAZIONE: MAGIC TORCH

Qualche anno fa sono stato in Cina, nella provincia di Liaoning, per studiare i fossili dei famosi dinosauri piumati della zona. Un giorno, dopo parecchie ore passate a misurare ossa e fotografare piume in un museo, ho sentito un gran bisogno di una pausa: i miei colleghi cinesi si sono scambiati qualche sussurro in mandarino e mi hanno fatto cenno di seguirli. "Abbiamo una cosa segreta da mostrarti", mi ha detto uno di loro. "E non è un dinosauro".

Usciti dal museo mi hanno portato in macchina tra le strette stradine della città di Beipiao, intasate di gente in bicicletta e venditori di noodle. Abbiamo accostato in un viale che conduceva a un piccolo cortile, e da lì mi hanno condotto fino a un appartamento buio, stracolmo di scatole e casse di legno.

Uno dei colleghi è scivolato in una stanza laterale ed è tornato con in mano due rocce che combaciavano perfettamente tra loro come i due pezzi di un puzzle. Sulla superficie comune c'era una macchina marrone, più o meno delle dimensioni di una mela.

UNA SCOPERTA IMPREVISTA

Guardando più da vicino ho capito che la macchia era formata da peli, e in mezzo c'era una spina dorsale. A quel punto ho compreso che quello che avevo davanti era un mammifero fossile, un nostro lontanissimo cugino che viveva a fianco dei dinosauri piumati nell'Era Mesozoica, più di 125 milioni di anni fa (il Mesozoico va da 252 a 166 milioni di anni fa e comprende tre Periodi: il Triassico, il Giurassico e il Cretaceo). Quel particolare fossile non è ancora stato descritto e, per quanto ne so, è tuttora a prendere polvere in quell'anonimo appartamento di Beipiao. Forse è una specie sconosciuta, o forse no: negli ultimi venticinque anni sono state scoperte più di due dozzine di nuove specie di mammiferi negli strati del Giurassico e del Cretaceo in Cina. Come i dinosauri piumati,

Il misterioso fossile non ancora descritto mostrato a Steve Brusatte in un anonimo appartamento di Beipiao

Triassico: Dopo l'estinzione del Permiano apparvero i dinosauri. Anche i mammiferi iniziarono la loro evoluzione.

Giurassico: Il clima caldo e umido del Giurassico permise lo sviluppo di una vegetazione lussureggiante in cui prosperavano i dinosauri, mentre i mammiferi sgattaiolavano tra le loro gambe.

Cretaceo: All'inizio del Cretaceo apparvero le piante dotate di fiori, che si diversificarono rapidamente fornendo nuove fonti di cibo per i mammiferi.

GLI ANTENATI DEI MAMMIFERI ERANO PICCOLI, SI MUOVEVANO NELL'OMBRA, MA RIUSCIRONO A SOPRAVVIVERE ALLA GRANDE ESTINZIONE DI MASSA

STEVE BRUSATTE, ALAMY

questi esemplari sono rimasti sepolti da cenere vulcanica e fanghiglia, che li hanno preservati in gran numero e in ottimo stato. E come nel caso dei dinosauri piumati, queste scoperte stanno aiutando i paleontologi a capire come si sia originato e si sia evoluto uno dei più importanti gruppi di animali di oggi: quello che comprende anche noi.

COSTRUIRE UN MAMMIFERO

I mammiferi rappresentano un caso unico tra gli animali moderni: tra le altre cose tutti – dai criceti agli esseri umani – possiedono pelo, cervelli di grandi dimensioni, udito e olfatto acuti e denti differenziati in incisivi, canini, premolari e molari. Inoltre sono a sangue caldo, allattano i loro piccoli, crescono rapidamente, camminano ritti su zampe posizionate sotto il corpo, masticano il cibo con i loro molari complessi e sono bravissimi a percepire i suoni ad alta frequenza grazie alle minuscole ossa dell'orecchio e alla coclea a spirale.

Queste caratteristiche, che insieme vanno a costituire il "progetto anatomico" di un mammifero, non si sono evolute tutte in una volta: si sono sviluppate pian piano lungo un periodo di decine di milioni di anni a partire più o meno da 325 milioni di anni fa, ovvero quando la linea dei mammiferi si è separata da quella dei rettili. I membri della prima, chiamati sinapsidi, dominarono il Periodo Permiano (299-252 milioni di anni fa), quando tutte le terre emerse erano ancora raggruppate in un unico super continente, la Pangea. Alcuni, come i predatori gorgonopsi, scalarono la catena alimentare, mentre altri, appartenenti al gruppo dei cinodonti, divennero via via più piccoli, cominciarono a vivere negli anfratti riparati e scamparono alla terribile estinzione della fine del Permiano, che spazzò via il 95 per cento delle forme di vita esistenti. In questo modo i cinodonti divennero i diretti antenati dei mammiferi. Ora la scoperta di nuovi fossili, unita a tecnologie di analisi all'avanguardia, sta rivelando il processo con cui i mammiferi emersero dai cinodonti durante il Triassico. All'inizio questi quasi-mammiferi erano ancora piuttosto simili ai rettili, tanto nella biologia quanto nel comportamento: dalla straordinaria scoperta del fossile di una madre di *Kayentatherium* assieme a più di tre dozzine di piccoli, descritto nel 2018 da Eva Hoffman, dell'American Museum of Natural History, è emerso che questi animali pelosi, all'incirca della taglia di un cane, avevano ancora cervelli di piccole dimensioni e partorivano nidiate numerose. Con il tempo, tuttavia, il loro encefalo cominciò a crescere rapidamente e a sviluppare una nuova regione chiamata neocorteccia, con lo scopo di processare le informazioni provenienti dai sensi. Anche la muscolatura della mascella cambiò, per poter generare un morso più potente.

Nel frattempo i proto-mammiferi si ridussero ulteriormente di dimensioni e questo ebbe un impatto fondamentale sulla loro biologia, come evidenziato da due recenti studi di Bhart-Anjan Bhullar, dell'Università di Yale, e di Stephan Lautenschlager, dell'Università di Birmingham, che hanno impiegato animazioni al computer e confronti di laboratorio per studiare le differenze tra proto-mammiferi e mammiferi moderni. Man mano che gli antenati dei mammiferi diminuivano di taglia l'osso dentario della mascella inferiore divenne il punto di aggancio principale del muscolo della mascella stessa: un dettaglio che può sembrare insignificante ma che ebbe grandi conseguenze, poiché "liberò" le altre ossa della mascella e permise loro di evolversi nelle ossa dell'orecchio medio, più adatte a percepire i suoni ad alta frequenza. Il movimento stesso della mascella cambiò e divenne capace di una maggiore rotazione, che permetteva una masticazione più efficiente. È a questo punto che si può dire che erano ormai emersi i mammiferi veri e propri.

PROPAGARSI E PROSPERARE

In un momento successivo del Mesozoico, dopo che l'estinzione alla fine del Triassico ebbe aperto le porte al Giurassico, i mammiferi giunsero alla loro "piena fioritura". Fino a epoche molto recenti si era soliti dire che i

I MAMMIFERI PRINCIPALI

Ecco alcuni degli animali più utili a creare un quadro su come i mammiferi si sono evoluti

Castorocauda

TAGLIA: 500-800 grammi, lungo 43-50 centimetri
ORIGINE: Mongolia interna, Giurassico medio-superiore, più o meno 166-157 milioni di anni fa
DATI: adattato alla vita nell'acqua, questo mammifero primitivo aveva zampe palmate, una coda piatta e denti specializzati per mangiare pesce. È uno dei più grossi mammiferi del Giurassico oggi noti e, per quanto assomigli al castoro e all'ornitorinco odierni, non è imparentato con loro.

Kayentatherium

TAGLIA: quella di un grosso gatto o di un cane di taglia media
ORIGINE: Stati Uniti sudoccidentali, Giurassico inferiore, più o meno tra 200 e 183 milioni di anni fa
DATI: uno dei parenti più prossimi dei mammiferi propriamente detti. Era almeno parzialmente peloso, camminava ritto sulle zampe e aveva un metabolismo rapido.

Volaticotherium

TAGLIA: 70 grammi, lungo 12-14 centimetri
ORIGINE: Mongolia interna, Giurassico medio-superiore, più o meno 166-157 milioni di anni fa
DATI: grazie alla membrana di pelle (patagio) tesa tra le zampe e il corpo, *Volaticotherium* era probabilmente in grado di planare tra gli alberi. All'epoca della sua scoperta, nel 2006, era il più antico fossile di mammifero volante noto.

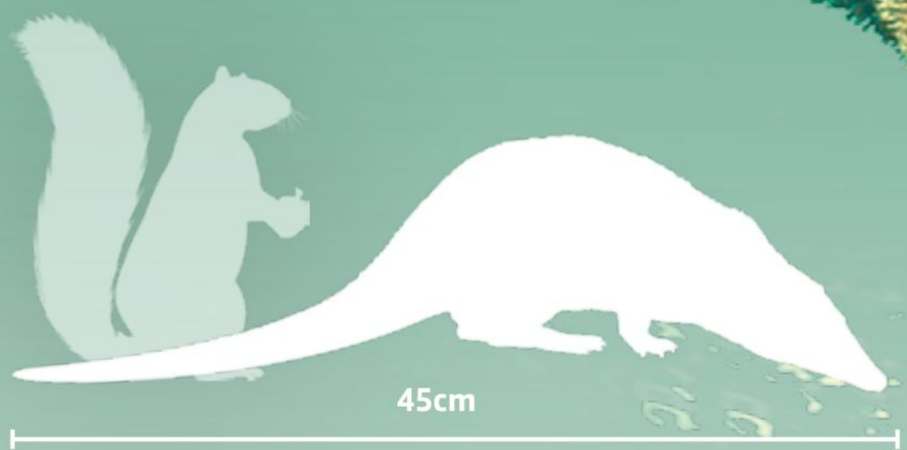
Litovoi

TAGLIA: 160 grammi, lungo 15-20 centimetri
ORIGINE: Romania, Cretaceo superiore, più o meno 66-69 milioni di anni fa
DATI: *Litovoi* era un multitubercolato, appartenente a un gruppo estinto che fiorì nel Cretaceo, sopravvisse all'impatto del meteorite e scomparve all'incirca 35 milioni di anni fa. In proporzione alla taglia, possedeva uno dei cervelli più piccoli scoperti in un mammifero.

Periptychus

TAGLIA: 20 chili, la taglia di un cane medio-grande
ORIGINE: Stati Uniti sudoccidentali, Paleocene inferiore, più o meno 63,3-61,7 milioni di anni fa
DATI: *Periptychus* era un condilartro, un ordine di mammiferi primitivi ungulati venuto dopo la scomparsa dei dinosauri. Possedeva denti robusti per masticare radici, steli e altri vegetali duri, e uno scheletro solido, adatto al movimento sul terreno e nella densità delle foreste.

La taglia non è tutto



Sebbene *Castorocauda* fosse relativamente piccolo per gli standard attuali – aveva più o meno la taglia di uno scoiattolo grigio – è uno dei più grossi tra i mammiferi del Giurassico scoperti finora

ALAMY X2, CERI THOMAS/NIX DRAWS STUFF, MASATO HATTORI X2, AAAS SCIENCE

IN DETTAGLIO: *CASTOROCAUDA*

BREVE STORIA DEI MAMMIFERI

CARBONIFERO
325 MILIONI DI ANNI FA
La linea dei mammiferi, i sinapsidi, si stacca da quella dei rettili, i diapsidi.

PERMIANO
299-252 MILIONI DI ANNI FA
I sinapsidi proliferano. I più antichi, i pelicosauri, sono soppiantati dai terapsidi, che hanno le zampe ritte sotto il corpo anziché ai lati come i rettili.

ESTINZIONE ALLA FINE DEL PERMIANO
252 MILIONI DI ANNI FA
I sinapsidi sono decimati ma alcune specie sopravvivono. Tra essi ci sono i cinodonti, antenati dei mammiferi dotati di pelliccia e metabolismo rapido.

TRIASSICO
252-201 MILIONI DI ANNI FA
Si sviluppano i primi veri mammiferi, tra cui i monotremi, i marsupiali e i placentati.

GIURASSICO MEDIO
174-164 MILIONI DI ANNI FA
Mascelle, dentature e orecchie dei mammiferi evolvono rapidamente per adattarsi a un ambiente in mutamento.

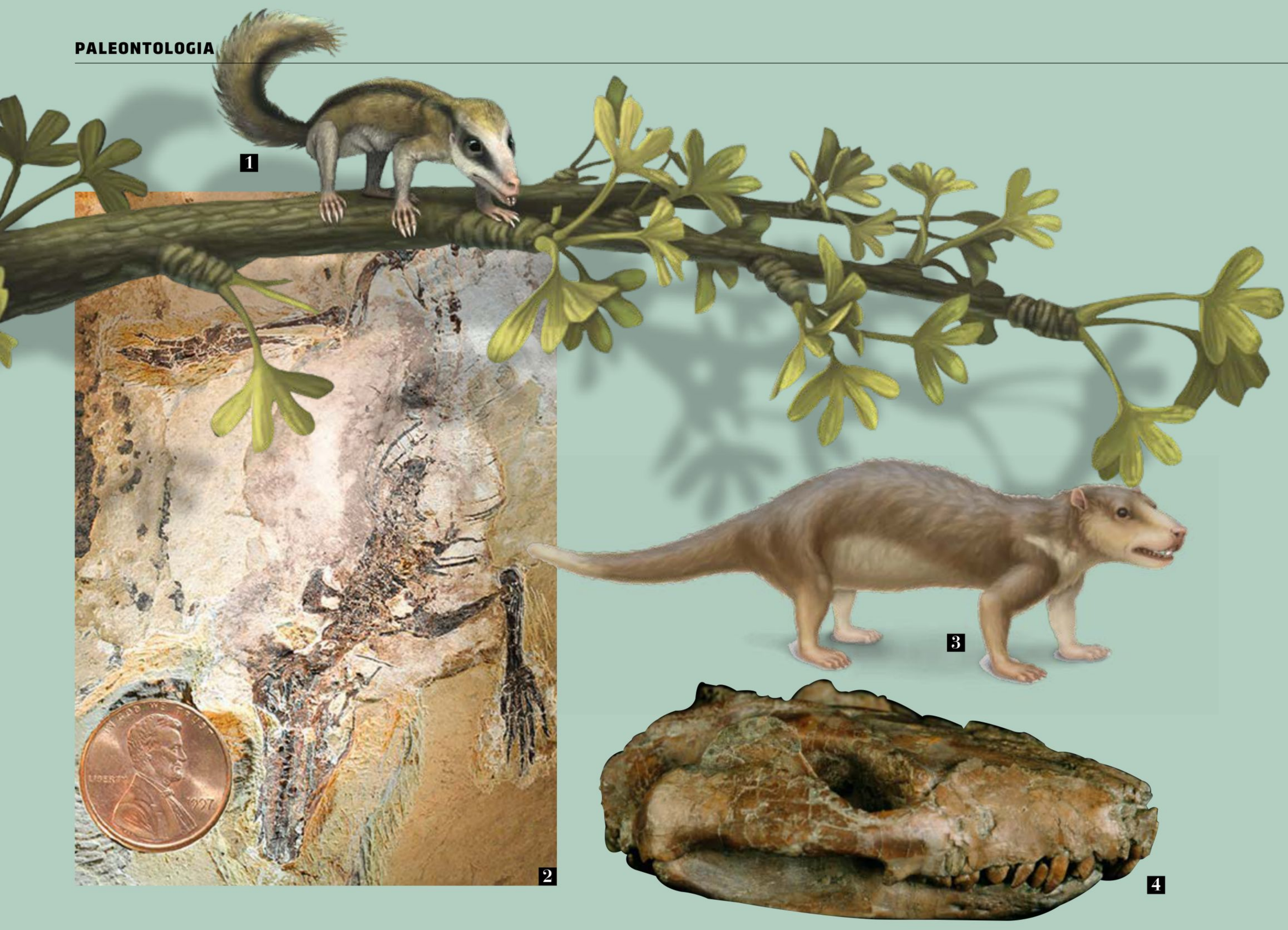
CRETACEO INFERIORE
130-122 MILIONI DI ANNI FA
Varie comunità di mammiferi vivono accanto ai dinosauri piumati nell'odierna Cina, in ecosistemi occasionalmente sepolti da eruzioni vulcaniche che li preservano come fossili.

CRETACEO
145-66 MILIONI DI ANNI FA
Nascono le piante dotate di fiori che si evolvono rapidamente assieme agli insetti impollinatori. Questi ultimi diventano una nuova fonte di cibo per i mammiferi.

ESTINZIONE ALLA FINE DEL CRETACEO
66 MILIONI DI ANNI FA
Un asteroide colpisce la Terra sterminando i dinosauri e molti mammiferi. I placentati sopravvivono.

PALEOCENE
66-56 MILIONI DI ANNI FA
I placentati sopravvissuti crescono di taglia, sviluppano una grande varietà di diete e forme di locomozione e si diffondono su tutto il Pianeta.

MASSIMO TERMICO DEL PALEOCENE-EOCENE
56 MILIONI DI ANNI FA
Un riscaldamento globale improvviso causa una diversificazione dei mammiferi. Nascono i primi antenati dei pipistrelli, delle balene e degli elefanti.



1

2

3

4

mammiferi di quel tempo erano soltanto minuscoli, semplici, noiosi personaggi di serie B in una scena dominata totalmente dai dinosauri. Ma oggi, grazie soprattutto ai nuovi preziosi fossili scoperti in Cina, sappiamo che si trattava di una prospettiva errata.
I mammiferi del Mesozoico erano piccoli, questo è vero: per ora non conosciamo specie più grandi di un tasso, probabilmente perché i dinosauri occupavano già le nicchie ecologiche degli animali di grandi dimensioni. Tuttavia i mammiferi del Giurassico e del Cretaceo divennero maestri nell'arte di sopravvivere senza farsi notare, riuscendo a diversificarsi in una notevole varietà di specie ed ecologie: ce n'erano di arboricoli come *Agilodocodon*, di scavatori come *Docofossor* che assomigliava a una talpa, di nuotatori come *Castorocauda* che aveva zampe palmate e una coda simile a quella di un castoro, e di assai minuscoli come *Volaticotherium* e *Vilevolodon*, che planavano tra gli alberi grazie a patagi di pelle. Si tratta di specie scoperte tutte negli ultimi quindici anni.

Specie diverse avevano diete diverse. Alcune, come il predatore *Repenomamus* che aveva all'incirca le dimensioni di un ghiottone, sbranavano cuccioli di dinosauro con le loro dentature affilate: ce ne danno prova i resti dell'ultimo pasto trovati nello stomaco di un esemplare fossile. Molte altre invece, approfittando al massimo di quel che l'ambiente metteva a disposizione, si specializzarono in altre due fonti di sostentamento: piante e insetti. Durante il Cretaceo, infatti, entrarono in scena le piante dotate di fiori, che diedero inizio al loro "valzer evolutivo" assieme agli insetti impollinatori. Per meglio nutrirsi di questi ultimi alcuni mammiferi provvidero a evolvere un nuovo tipo di molare dotato di cuspidi che funzionavano come un mortaio e un pestello, perfetti per schiacciare e triturare.
Tale dente specializzato, detto molare tribosfenico, è tipico di due gruppi di mammiferi esistenti ancora oggi: i marsupiali (i cui cuccioli si sviluppano fin da piccolissimi all'interno di una borsa o marsupio) e i placentati (che partoriscono piccoli già pienamente sviluppati e a cui appartiene anche l'uomo). Entrambi i gruppi, assieme al terzo sopravvissuto fino a oggi (i monotremi, che depongono uova), si svilupparono proprio durante il Mesozoico, ma non erano

1. Le caratteristiche scheletriche di *Agilodocodon* suggeriscono che fosse un mammifero arboricolo attivo e agile

2. Questo minuscolo fossile di *Agilodocodon scansorius* si è conservato con tanto di pelo e artigli intatti

3. Uno dei più grossi mammiferi del Mesozoico oggi noti, *Repenomamus*, poteva predare cuccioli di dinosauro

4. Un teschio ben conservato di *Repenomamus robustus*, risalente agli inizi del Cretaceo

“UN ASTEROIDE LARGO DIECI CHILOMETRI, CHE VIAGGIAVA A UNA VELOCITÀ SUPERIORE A QUELLA DI UN JET, SI SCHIANTÒ SULLA TERRA GENERANDO UN’ESPLOSIONE PARI A UN MILIARDO DI BOMBE ATOMICHE”

quelli dominanti: al loro fianco, negli stessi ecosistemi, prosperava una vasta panoplia di altre famiglie di mammiferi, poi andate estinte. Varie, come i multitubercolati, ebbero uno straordinario successo: alcuni svilupparono premolari a forma di sega e molari dalla forma intricata per tagliare e maciullare i vegetali, mentre altri come *Litovoi*, specie scoperta e descritta nel 2018 dal paleontologo Mátyás Vremir in Romania, si adattarono a un ambiente insulare del tardo Cretaceo grazie a cervelli più piccoli ma a un senso dell’olfatto incredibilmente acuto.

LA FINE (LETTERALE) DI UN’ERA

Se aveste potuto vivere 66 milioni di anni fa, nei giorni finali del Cretaceo, probabilmente avreste notato molti mammiferi sgattaiolare tra i cespugli… se non foste stati troppo distratti dal dover evitare i tirannosauri, diciamo. Alcuni di quei mammiferi avrebbero potuto essere dei placentati primitivi, anche se all’epoca erano ancora rari rispetto ai più numerosi multitubercolati e ai primi marsupiali.

Poi, in un singolo istante, tutto cambiò. Un asteroide largo dieci chilometri, che viaggiava a una velocità superiore a quella di un jet, si schiantò sulla Terra generando un’esplosione pari a un miliardo di bombe atomiche. A terremoti, incendi e tsunami istantanei seguirono un inverno nucleare e poi un’ondata di riscaldamento globale a lungo termine. Dinosauri come il tirannosauro o il triceratopo non riuscirono ad adattarsi: tutti, tranne alcune specie alate e piumate, scomparvero.

I mammiferi furono tra i grandi sopravvissuti a questa estinzione di massa, ma la vera storia è meno semplice di come viene spesso raccontata: anche molti mammiferi finirono per estinguersi, inclusi numerosi gruppi del Mesozoico con denti non tribosfenici e gran parte dei marsupiali, che arrivarono a sfiorare la completa cancellazione.

Anni di lavori sul campo nella parte occidentale degli Stati Uniti, sotto la guida di William Clemens, dell’Università della California, e di Gregory Wilson, dell’Università di Washington, hanno finalmente fatto chiarezza sull’accaduto: a estinguersi assieme ai dinosauri furono i mammiferi più grandi e quelli con le diete più specializzate, mentre le specie più piccole con diete più flessibili e onnivore si ritrovarono con maggiori possibilità di sopravvivenza. Tra questi c’erano anche i placentati.

LA VITA TROVA UNA VIA

Nel giro di poche centinaia di migliaia di anni dalla devastazione portata dall’asteroide, il Periodo del Paleocene era ormai in pieno svolgimento: gli ecosistemi si erano ripresi e i mammiferi placentati prosperavano sempre di più. Ho trascorso molti anni a raccogliere fossili nel bacino di San Juan, in Nuovo Messico, assieme al mio collega Thomas Williamson del New Mexico Museum of Natural History e alla nostra ex dottoranda Sarah Shelley, che oggi lavora al Carnegie Museum of Natural History, e i mammiferi che abbiamo scoperto laggiù hanno qualcosa di strano: sono tozzi, dotati di scheletri dall’aria arcaica, e una serie di esami pubblicata quest’anno da un’altra nostra collega, Ornella Bertrand dell’Università di Edimburgo, dimostra che avevano cervelli più piccoli di quelli dei placentati di oggi.

Di fatto questi mammiferi del Nuovo Messico – specie come *Chriacus* e *Periptychus* – erano i pionieri del mondo dei placentati, i gruppi che sopravvissero all’estinzione, divennero sempre più grandi in un mondo ormai libero dai dinosauri e “prepararono il palco” per le oltre seimila specie esistenti oggi. Tra di loro troviamo i precursori dei cavalli e dei cervi, ma anche dei primati – i veri antenati degli esseri umani – che iniziarono vivendo sugli alberi per poi scendere a terra, imparare a camminare su due zampe, sviluppare cervelli imponenti e iniziare il cammino verso la civiltà. ■

STEVE BRUSATTE
(@SteveBrusatte) è un paleontologo dell’Università di Edimburgo, autore del libro Ascesa e caduta dei dinosauri *(UTET, 2018). Attualmente sta lavorando a un libro sull’evoluzione dei fossili dei mammiferi*

APRIL NEANDER X2, NATIONAL GEOGRAPHIC IMAGE COLLECTION, ZHE-XI LUO/UNIVERSITY OF CHICAGO

ILLUSTRAZIONE: SÉBASTIEN THIBAULT

C'È QUALCUNO LÌ DENTRO?

Un nuovo sorprendente studio ha scoperto che il 15 per cento dei pazienti in coma potrebbe essere cosciente e consapevole di quel che accade intorno. Ora si cerca il modo per risvegliarli

Testi: **AMY FLEMING**

I rari casi in cui un paziente in stato vegetativo si risveglia dopo anni o addirittura decenni fanno sempre notizia. E a non mancare mai di suscitare interesse sono i retroscena dell'evento: che effetto fa svegliarsi dopo un sonno lunghissimo? Che cosa pensava e provava quella persona durante il coma? Era come congelata nel tempo o si rendeva conto di quel che le accadeva attorno?
È difficile stabilire quante persone siano in stato vegetativo in questo momento, immobilizzate nel loro letto, chiuse in una vita interiore che rimane un mistero: le cause dei loro danni cerebrali sono tra le più varie, dalla mancanza di ossigeno (che può risalire a un ictus, a un attacco cardiaco, a un annegamento o anche ad altro) ai traumi alla testa. Con il fatto che la medicina migliora costantemente nella sua capacità di salvare vite dopo gli incidenti al cervello, anche il loro numero è in costante aumento.

Per fortuna sta migliorando anche la comprensione di cosa accade nella mente di questi pazienti. "Negli ultimi quindici anni ci sono state scoperte importantissime", dice Adrian Owen, docente presso il Brain And Mind Institute della Canada's Western University, "la prima delle quali è un articolo del 2006 in cui dimostriamo che una parte di questi pazienti è effettivamente cosciente e poi un altro articolo, del 2010, in cui riportiamo come abbiamo iniziato a comunicare con alcuni di loro". Dai dati raccolti finora si stima che il 15-20 per cento dei pazienti mostra segni di coscienza. Ora i ricercatori stanno facendo enormi passi avanti nel diagnosticare la situazione, comprenderne i meccanismi ed elaborare terapie che aumentino le probabilità di recupero.

DENTRO SPAZI SCONOSCIUTI

Tecnicamente, lo stato di coma dura solo qualche giorno o al massimo qualche settimana dopo un incidente. "In genere non si passa direttamente dallo sfondare un parabrezza della macchina allo stato vegetativo", spiega Owen. "Prima si finisce in rianimazione". Il coma è questo: un disordine acuto dell'autocoscienza. Solo dopo che il paziente è emerso dal coma si risveglia, gli viene diagnosticata una lesione al cervello (per la quale esistono parametri precisi) o entra in un disordine dell'autocoscienza di tipo prolungato.

"In questo caso può trattarsi di uno stato vegetativo vero e proprio oppure di quello che noi chiamiamo stato minimamente cosciente, o SMC", spiega Davinia Fernández-Espejo, *senior lecturer* presso l'Università di Birmingham, i cui studi all'inizio di quest'anno hanno individuato la causa fisiologica dello stato vegetativo, per il quale ora è in sviluppo una nuova terapia.
I pazienti in stato vegetativo non hanno bisogno di essere tenuti in vita da una macchina: respirano da soli e non serve loro aiuto per digerire il cibo. "A vederli sembrano quasi svegli", dice Fernández-Espejo. "Hanno gli occhi aperti e li muovono persino". Possono per esempio sobbalzare se la radio manda all'improvviso una canzone dei Led Zeppelin, o ritrarre la mano se vengono pungolati. "Ma non rispondono all'ambiente esterno in nessuna

forma intenzionale, che potrebbe farci comprendere che sono coscienti".
Il paziente in stato minimamente cosciente, insomma, mostra barlumi di coscienza, "ma rimane incapace di comunicare, verbalmente o in altra forma".

INDIVIDUARE LA COSCIENZA

Dunque come può la medicina stabilire se un paziente è cosciente o no? Owen ha sviluppato un sistema che impiega uno scanner fMRI. Al paziente viene fatta una serie di domande: se la risposta è "sì" deve immaginare di giocare a tennis, se la risposta è "no" deve immaginare di fare una passeggiata attorno a casa sua. In presenza di coscienza, nel cervello si attivano aree differenti: la risposta affermativa attiva l'area motoria, la risposta negativa l'area della percezione spaziale.

Di solito è nelle unità di terapia intensiva che medici e familiari decidono se un paziente ha concrete prospettive di sopravvivenza o se è meglio spegnere le macchine, una situazione in cui si sono commessi molti inevitabili errori. Ma ora, spiega Owen, "si potrebbero impiegare le nuove tecniche, magari una settimana dopo l'incidente, e ottenere diagnosi più precise su chi se la può cavare e chi no".

Il problema in questo caso è che non si può portare con facilità uno scanner fMRI in una unità di terapia intensiva. Tuttavia in uno studio di dimensioni ridotte del 2019 il neurologo Jan Claassen, della Columbia University, ha dimostrato che anche un elettroencefalogramma (EEG), che misura le onde cerebrali, combinato

UN ELETTROENCEFALOGRAMMA COMBINATO CON L'APPRENDIMENTO AUTOMATICO PUÒ RILEVARE TRACCE DI COSCIENZA IN ALCUNI PAZIENTI CHE SI TROVANO IN STATO VEGETATIVO

con l'apprendimento automatico può rilevare tracce di coscienza nei pazienti minimamente coscienti. Anche in questo caso ai soggetti sono state fatte delle domande mentre si osservava la loro attività cerebrale: quattro giorni dopo i rispettivi incidenti il 15 per cento dei pazienti convolti nello studio (in totale 104) ha mostrato di essere cosciente pur non potendo rispondere. Di questi, il 44 per cento è uscito in certa misura dallo stato vegetativo nei successivi dodici mesi. Nel frattempo Owen ha sviluppato una nuova tecnologia portatile basata su un metodo chiamato spettroscopia funzionale nel vicino infrarosso, che, come l'fMRI, rileva la quantità di ossigeno nel sangue, ma impiegando dei minuscoli laser. "È una tecnologia affascinante: l'anno scorso abbiamo pubblicato un articolo in cui spieghiamo come la si può utilizzare efficacemente per comunicare con un paziente", dice Owen. Il team ha domandato al paziente se si sentisse bene o se provasse qualche dolore. "Lui ha risposto di non sentire alcun male e di essere tranquillo, nei limiti della situazione".

Uno dei pazienti di Owen, il canadese Juan Torres, ha subito una grave lesione al cervello in seguito a un soffocamento provocato dal vomito, ma ha poi avuto un recupero senza precedenti, al punto da poter raccontare chiaramente i suoi tre mesi in stato vegetativo: ricorda bene i medici che dichiaravano irreversibili i suoi danni cerebrali e la disperazione della sua famiglia. "Ha riferito che tentava in continuazione di muoversi", dice Owen, "ma che non ci riusciva".

I pazienti in stato vegetativo non sono paralizzati: quella è una condizione diversa, chiamata sindrome "locked-in" (detta anche sindrome del chiavistello), nella quale c'è una coscienza evidente ma il collegamento tra cervello e spina dorsale è tranciato. Il gruppo di ricerca di Fernández-Espejo ha scoperto che i pazienti vegetativi ma con uno stato cosciente non evidente presentano "danni in alcune delle fibre che connettono il talamo al centro del cervello con la corteccia motoria, che controlla il movimento. A

A SINISTRA: **Adrian Owen, della Canada's Western University, guida il team che per primo ha scoperto come comunicare con pazienti in precedenza incapaci di rispondere**

ILLUSTRAZIONE: SÉBASTIEN THIBAULT, SCOTT HEINS

causa di queste lesioni, i pazienti non possono controllare volontariamente i loro movimenti". Molti soggetti in queste condizioni hanno lesioni anche in altre aree del cervello, "ma i danni alle funzioni cognitive non sono gravi quanto potrebbero apparire dall'esterno", spiega Fernández-Espejo. "Lo sembrano soltanto, a causa dell'incapacità del paziente di muoversi in maniera autonoma".

Il gruppo di ricerca sta ora reclutando pazienti per testare una forma di stimolazione elettrica non invasiva, che si spera possa incoraggiare "i neuroni ancora attivi a lavorare di più per compensare quelli andati perduti, in modo che i pazienti possano ricominciare a fare piccoli movimenti". A quel punto potrebbero essere in grado di usare tecnologie per comunicare, come già riescono a fare molte vittime della sindrome "locked-in", e le terapie di riabilitazione avrebbero possibilità di successo molto maggiori.

"Lo stadio che stiamo affrontando è davvero emozionante", assicura Fernández-Espejo. "Per anni siamo stati costretti a dire ai parenti 'Sì, il paziente è cosciente', senza poter fare nulla più di quello. Ora abbiamo sistemi che possono obiettivamente aiutarli a migliorare".

UNA NUOVA SPERANZA

In questo momento Theresa Bender Pape, neuroscienziata clinica dell'US Department of Veterans Affairs presso la Northwestern University a Chicago, sta testando un'altra terapia non invasiva chiamata stimolazione magnetica transcranica (TMS), con l'obiettivo di alterare l'attività cerebrale dei pazienti in stato vegetativo. I risultati sembrano promettenti: l'idea, spiega, "è indurre un neurone a parlare con un altro a lui vicino, e quello a parlare con un altro ancora, e così via. In questo modo, con il tempo, si può alterare l'attività neurale anche in aree lontane dal sito di stimolazione".

La Pape ha sviluppato anche un trattamento chiamato Familiar Auditory Sensory Training (FAST) letteralmente Training Auditivo Sensorio Familiare, che consiste nel far registrare ai parenti del paziente storie di famiglia e battute a lui ben note per poi fargliele ascoltare a ripetizione. Nel 2015 uno studio con l'impiego di placebo come mezzo di controllo ha stabilito che quelli sottoposti a trattamento FAST si sono ripresi più in fretta e meglio degli altri. E ai parenti che volevano sapere se i loro cari in stato vegetativo li potessero sentire o no, la risonanza magnetica ha mostrato che in risposta alle storie nel cervello dei pazienti si attivavano le aree associate al linguaggio e alla memoria a lungo termine. "Amo quando i pazienti stessi mi dicono che ricordano le storie", dice la Pape. Laura Gonzalez, la paziente che meglio ha risposto alla stimolazione magnetica transcranica (TMS), dopo uno stato vegetativo durato diciotto mesi oggi riesce a stare seduta e a comunicare in maniera non verbale, ed è tornata a vivere a casa sua. Pape racconta che, dopo venti trattamenti TMS (su trenta) è entrata "nella sua camera dicendo 'Ehi Laura!' e lei mi ha guardata di rimando, riconoscendomi. Mi sono chiesta 'L'ho visto per davvero?' E ho sentito i capelli che mi si drizzavano sulla nuca". ■

AMY FLEMING
(@Amy_Fleming) è una giornalista freelance che ha scritto per il Guardian, Newsweek *e il* Financial Times

ATTRAVERSARE IL CONFINE CON LA MENTE

Una volta Albert Einstein disse: "L'immaginazione è più importante della conoscenza". Tenendo presente le sue parole, vi presentiamo la nostra selezione di alcune delle teorie più estreme e rivoluzionarie

ILLUSTRAZIONI: SCOTT BALMER

ALLA KATSNELSON
(@lalakat)
è una scrittrice scientifica che si occupa soprattutto di biologia e salute

BRIAN CLEGG
(@brianclegg)
Brian ha scritto oltre trenta libri di argomento scientifico

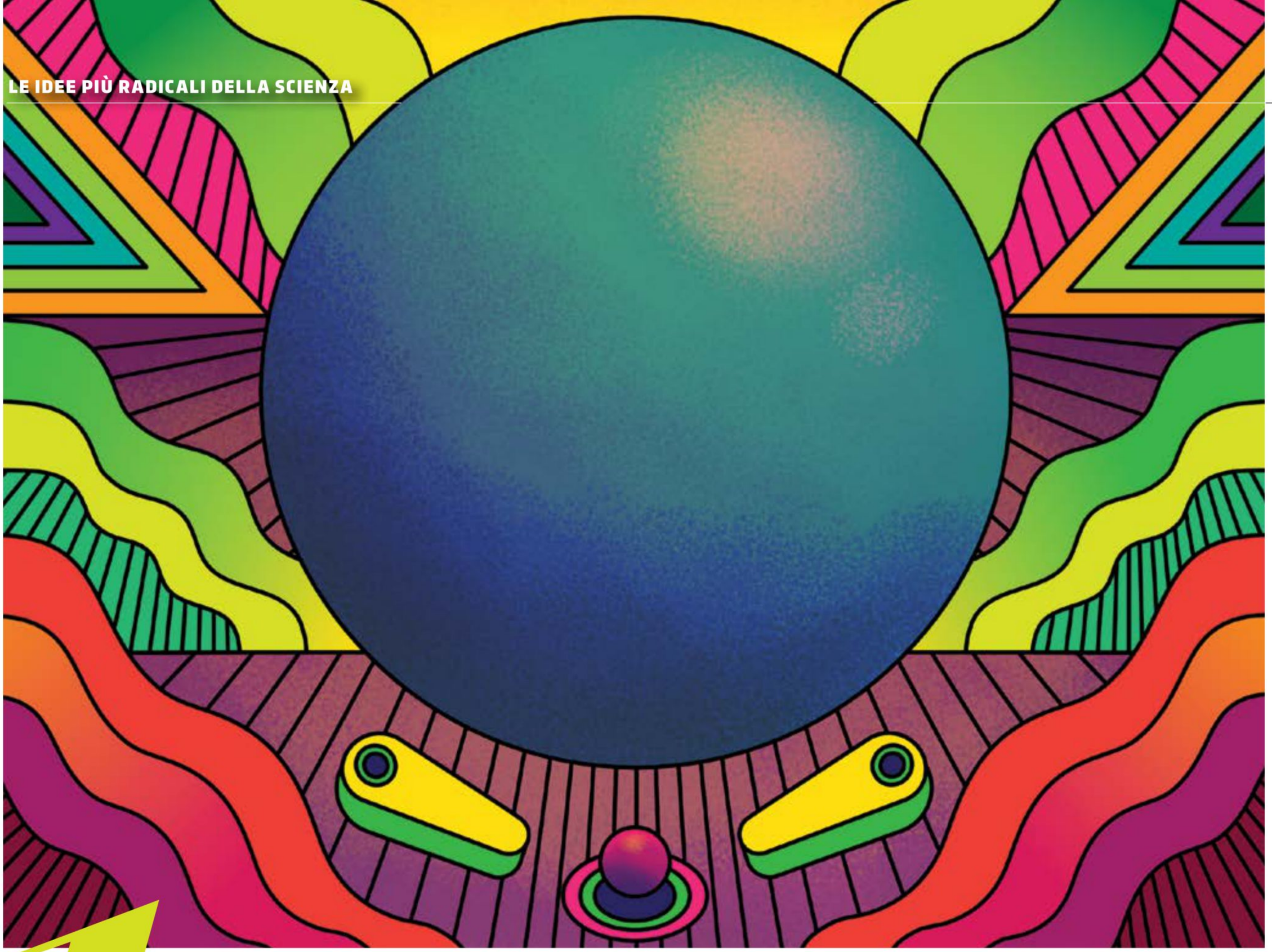
DR PETER BENTLEY
è uno scienziato informatico e uno scrittore indipendente

SIMON CROMPTON
(@simoncrompton2)
è un giornalista indipendente che si occupa di scienza e salute

DR HELEN PILCHER
(@HelenPilcher1)
Helen è una scrittrice scientifica indipendente ed editor

DR STUART CLARK
(@DrStuClark)
scrive di astronomia e cosmologia

TOM IRELAND
(@tom_j_ireland)
Tom è un autore scientifico ed editor di The Biologist



LA MATERIA OSCURA POTREBBE ESSERE SOTTO I NOSTRI PIEDI

La maggior parte dell'Universo è fatta di materia oscura: il problema è che non l'abbiamo ancora localizzata. Ora però un team di scienziati pensa che potremmo scoprire le sue impronte nascoste nelle rocce

La maggior parte dell'Universo manca all'appello. Osservando la rotazione delle galassie gli astronomi hanno calcolato che nel Cosmo dovrebbe esserci un quantitativo di "materia oscura" a noi invisibile cinque volte superiore a quello della materia ordinaria. La scienza cerca da trent'anni di localizzare queste particelle di materia oscura, al momento senza risultato. Oggi però un gruppo di astrofisici europei e americani sospetta che la risposta possa trovarsi in un passato lontano, in profondità sotto i nostri piedi.

Finora gran parte dei tentativi si è concentrata sulla ricerca di ipotetiche particelle chiamate WIMP ("particelle massive a interazione debole"). Sono stati costruiti macchinari per rilevare l'energia che queste particelle dovrebbero emettere quando colpiscono i nuclei di altri atomi, ma per ora non c'è traccia di tali collisioni: per quanto ne sappiamo, le WIMP potrebbero benissimo non esistere, oppure potremmo aver bisogno di strumenti ancora più sensibili. La nuova idea consisterebbe nel cercare tracce delle WIMP negli antichi strati di roccia, ossia dare la caccia alla materia oscura su scale temporali geologiche. In teoria la collisione delle WIMP con i nuclei di determinati minerali dovrebbe generare piccole cariche elettriche nella struttura cristallina dei minerali stessi: "L'interazione con la materia oscura dovrebbe provocare uno spostamento dei nuclei di qualche decina o qualche centinaio di nanometri all'interno del cristallo", spiega Sebastian Baum dell'Università di Stoccolma, che partecipa alla ricerca. "E questo dovrebbe lasciare segni di danneggiamento". Le rocce attualmente allo studio possono aver anche un miliardo di anni, e le WIMP potrebbero aver lasciato le proprie tracce per tutto quel tempo. I ricercatori ritengono che questo sistema possa raggiungere sensibilità cento volte superiori a quelle dei più potenti rivelatori costruiti finora.

"Progettiamo di usare pozzi super-profondi già esistenti per estrarre rocce da dieci chilometri sotto la superficie della Terra", dice Katherine Freese, dell'Università del Michigan, anche lei coinvolta nel progetto. "La ragione che ci spinge ad andare così in profondità è che anche la materia oscura dovrebbe essere in grado di farlo, mentre altri generi di particelle, come i raggi cosmici, si fermano più in superficie". In questo modo dovrebbero diminuire le tracce lasciate da altre potenziali fonti.

Una volta ottenuti i campioni, l'idea è usare tecnologie di imaging – come il microscopio a scansione di ioni elio – per cercare le tracce, che potrebbero essere mille volte più sottili dello spessore di un capello umano. Se non ci saranno problemi di finanziamenti, i primi risultati dovrebbero arrivare nel 2025. E se nemmeno in questo caso dovessimo scoprire le WIMP, saremo di nuovo al punto di partenza: i teorici della materia oscura dovranno rimettersi al lavoro. Ma se invece l'esperimento avesse successo, avremmo risolto uno dei più grandi misteri della scienza. **BC**

2 I ROBOT NON PENSERANNO MAI COME NOI

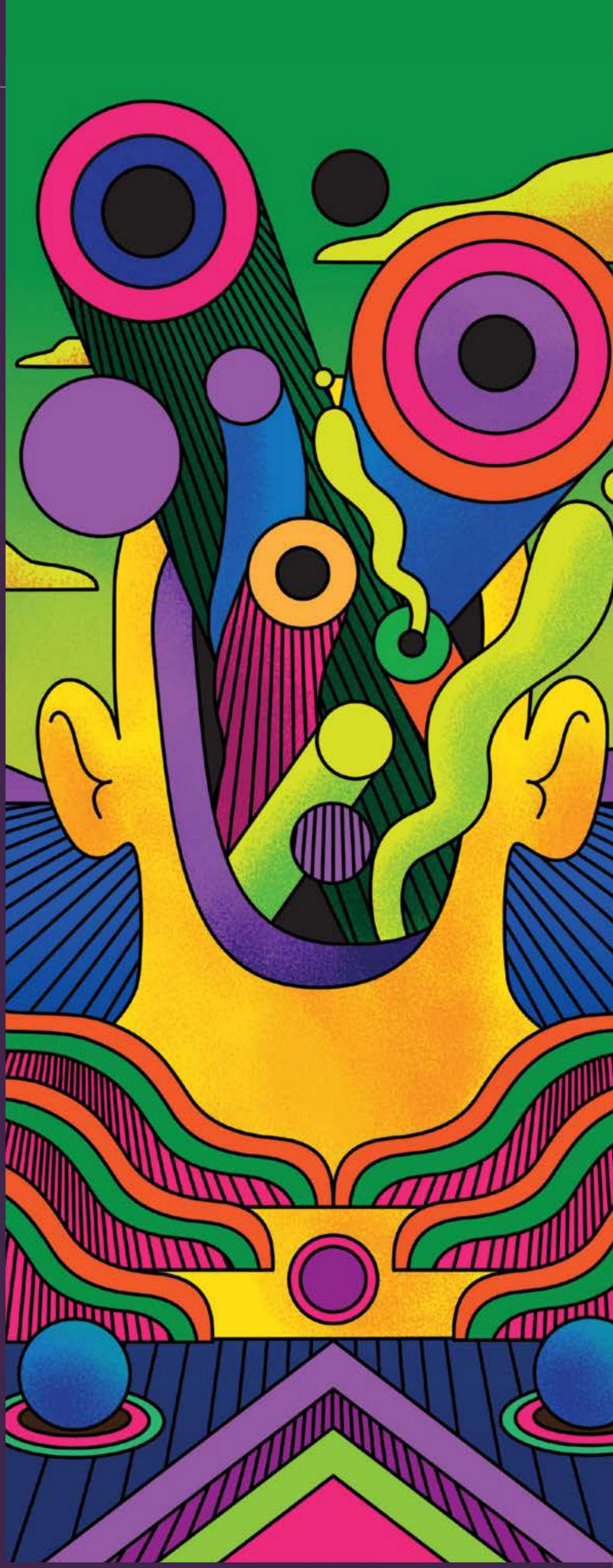
L'intelligenza artificiale diventa sempre più intelligente: può batterci in tanti giochi, classificare immagini e guidare automobili. Ma non potrà mai imitare il pensiero umano

Le Intelligenze artificiali (IA) di oggi sono sovrumane. I modelli informatici basati più o meno sulla rete neurale del nostro cervello vengono addestrati con enormi quantità di dati usando vastissime reti di processori, e sono già in grado di classificare gli oggetti in immagini meglio di noi. Come hanno dimostrato IBM e DeepMind di Google, possono batterci a giochi come gli scacchi o il Go e anche raggiungere i punteggi più alti in videogiochi come StarCraft II. Ma, allo stesso tempo, rimangono non umane. O persino disumane. Le nostre IA non comprendono il mondo o il loro posto in esso.

Le creature biologiche non imparano le cose tutte in una volta da un pool statico di dati, come invece accade alle IA. Sarebbe un po' come mettere davanti a un neonato un'intera Enciclopedia e dirgli: "Impara ogni cosa alla perfezione. Qui c'è tutto quel che ti serve". A noi servono anni di esperienze in ambienti che mutano in continuazione prima che ci sia possibile comprendere il mondo in cui viviamo: la scienza ha dimostrato che, se ci focalizziamo su un singolo oggetto, non siamo in grado di filtrare totalmente tutte le distrazioni visuali prima dell'età di diciassette anni, e la nostra capacità di riconoscere i volti continua a svilupparsi fino ai vent'anni. Siamo "progettati" per imparare, poiché il nostro passato è fatto da tre miliardi e mezzo di anni di antenati che hanno affrontato situazioni di vita o di morte e hanno dovuto capire come percepire e agire nel modo giusto per riuscire a sopravvivere. Le IA non hanno nulla di tutto questo: i loro algoritmi funzionano secondo modelli di apprendimento altamente semplificati, che in genere vanno poco al di là della classificazione o della previsione dei dati.

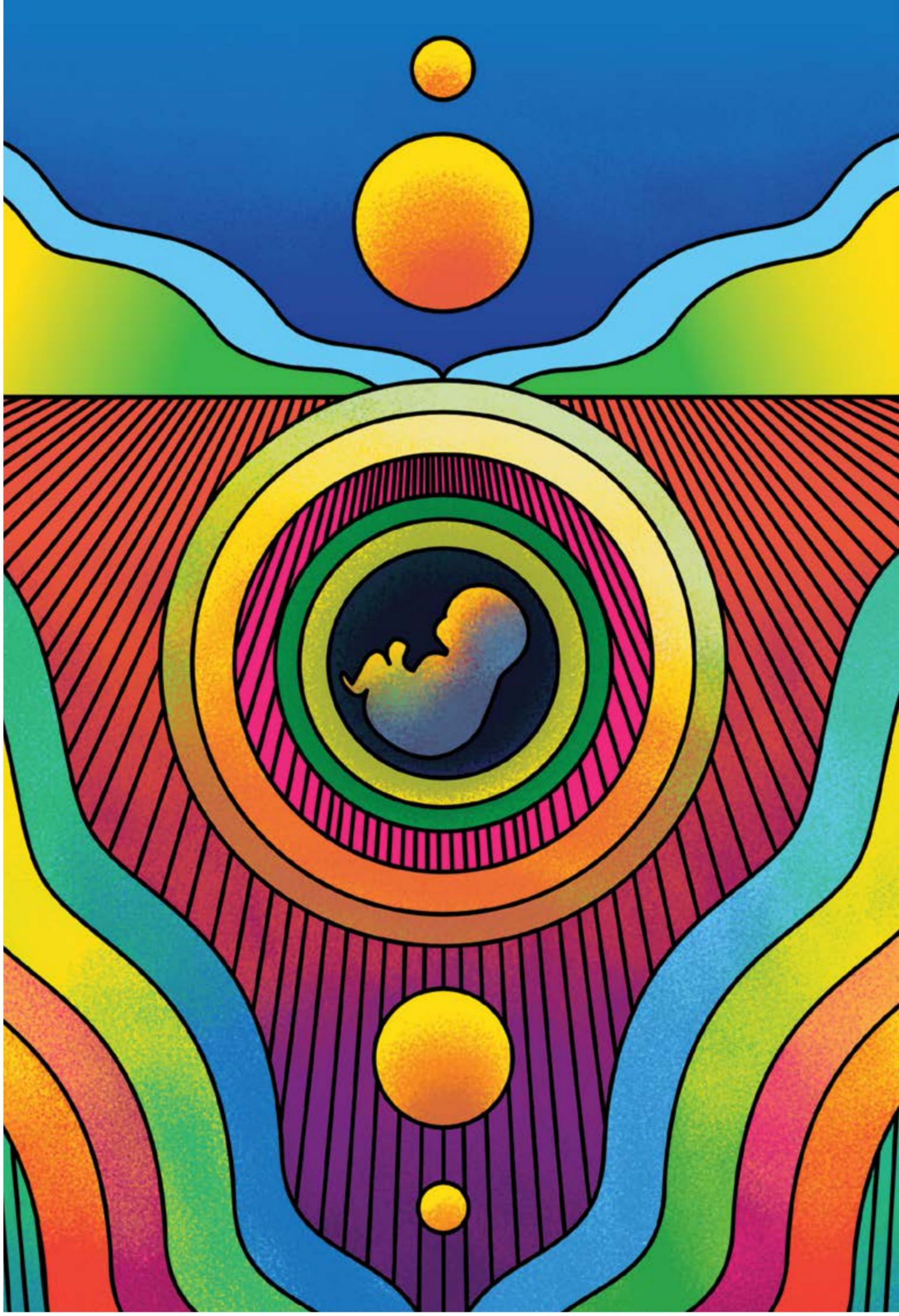
L'unico modo in cui possiamo far funzionare le nostre IA è fornire loro enormi pacchetti di dati altamente specializzati con obiettivi ben definiti, ma le macchine restano incapaci di gestire scenari in mutamento alla maniera in cui lo sappiamo fare noi. Le IA non comprendono il concetto di causa ed effetto: non sanno veramente collegare parole come "sedia" o "veicolo" a oggetti fisici e reali, perché non hanno mai sperimentato la realtà come lo facciamo noi. Alcune possono essere in grado di classificare le emozioni processando immagini di volti, ma le ricerche su quanto e come una IA possa effettivamente percepire una emozione, provare empatia o comprendere come queste cose influiscano sugli esseri umani sono ancora agli esordi.

Con il tempo le IA potrebbero diventare più simili a noi. Forse capiremo come aiutarle a pensare lungo vie più affini alle nostre e svilupperemo algoritmi in grado di assimilare e processare le informazioni in modi nuovi. Ma è improbabile che l'abisso tra noi e loro potrà mai essere colmato. Le IA non hanno la nostra storia evolutiva e potrebbero non possedere mai nemmeno un cervello complesso e accurato come il nostro: potranno diventare le padrone assolute dell'universo digitale in cui abitano, fatto di internet, videogiochi ed elaborazione delle immagini, ma, almeno nel futuro che possiamo prevedere, rimarremo noi i padroni del nostro mondo. PB



3 BAMBINI SENZA GRAVIDANZA

Gli uteri artificiali potrebbero dare maggiori possibilità di sopravvivenza ai bambini prematuri, ma potrebbero anche influire sui diritti alla riproduzione?



I bambini molto prematuri hanno un futuro assai incerto. Per quanto un feto sia considerato autosufficiente a ventiquattro settimane di gestazione, sopravvive solo il 60 per cento dei bambini nati così presto, e molti di essi andranno incontro a problemi di salute per tutta la vita. Per quelli nati un paio di settimane prima le statistiche sono ancor meno confortanti: appena il 10 per cento di probabilità di sopravvivenza.

La creazione dei cosiddetti uteri artificiali potrebbe significare la salvezza per questi bambini. Lo scorso ottobre ricercatori dell'University of Technology di Eindhoven, nei Paesi Bassi, hanno annunciato di aver ricevuto quasi tre milioni di euro per sviluppare un prototipo. Ma non è questo l'unico progetto in cantiere: nel 2017 ricercatori di Philadelphia hanno trasferito alcuni feti di pecora di 105-115 giorni (equivalenti a 28-30 settimane di gestazione umana) in una "bio-borsa" piena di liquido amniotico artificiale: nelle settimane successive i feti si sono sviluppati normalmente. Nel marzo del 2019, poi, un team di ricerca giapponese e australiano ha mantenuto in vita agnelli di appena 95 giorni di gestazione con un metodo diverso. Matthew Kemp, che ha guidato quest'ultimo studio, fa notare che la crescita dei feti nell'utero è un processo non ancora pienamente compreso, il che rende ancor più difficile replicarlo. Il gruppo olandese progettava di avere un prototipo pronto per i test clinici entro cinque anni, ma Kemp ritiene che ci vorrà molto di più. Oltretutto si tratta di una tecnologia molto costosa, quindi è ancora meno probabile che diventi disponibile al grande pubblico in tempi brevi.

Al momento presente i cosiddetti uteri artificiali sono sostanzialmente delle incubatrici piene di liquido amniotico, che forniscono al feto uno spazio in cui ricevere ossigeno e nutrimento attraverso una "placenta": da qui alla vera e propria ectogenesi – l'incubazione di un feto all'esterno di un corpo per tutta la durata della gestazione – il passo è ancora gigantesco. Molti esperti di bioetica, tuttavia, sostengono che la tecnologia stia procedendo troppo in fretta e avvertono che è importante cominciare a riflettere su cosa essa comporterà. Secondo Elizabeth Yuko, bioetica della Fordham University di New York, nel futuro gli uteri artificiali potrebbero fare molto per la società: grazie a essi, chi non può portare a termine una gravidanza per un motivo o per un altro – malattia, infertilità, età o genere – sarà finalmente in grado di riuscirci. Questo potrebbe anche sollevare le donne dalla responsabilità della gravidanza. Ma non mancano le preoccupazioni.

Elizabeth Chloe Romanis, avvocata e bioetica dell'Università di Manchester, per esempio, ritiene che la gestazione extra-uterina getterà scompiglio nel campo dei diritti relativi al campo della riproduzione. Se un feto cresce fuori dal corpo di una donna, la decisione sul portare a termine o no la gravidanza potrebbe non essere più solo nelle mani di quest'utima. Un'altra questione riguarda il fatto che in alcuni paesi i diritti legali si applicano espressamente a chi nasce vivo: "Dal mio punto di vista, un feto in gestazione in un utero artificiale non incontra necessariamente i criteri necessari", dice Romanis. "Insomma, intorno a entità umane extra-uterine nascerebbero questioni che non sono mai esistite prima". **AK**

4 LA MORTE È REVERSIBILE

Quest'anno un team di scienziati ha riportato in vita il cervello di un maiale, dando il via a dibattiti etici di portata fondamentale

Quest'anno alcuni scienziati della Scuola di Medicina di Yale hanno sollevato il più grosso polverone sul tema della rianimazione cerebrale dai tempi di Mary Shelley, annunciando di aver riportato in vita i cervelli di trentadue maiali quattro ore dopo la loro morte. A quanto parrebbe, il cervello può essere rianimato.

I ricercatori hanno collegato gli organi "morti" a un sistema che ha infuso in essi un sostituto del sangue chiamato BrainEx, che favorisce la rigenerazione delle cellule dopo una deprivazione di ossigeno. Hanno così potuto appurare che questa sostanza aiuta il cervello a mantenere intatta la sua struttura interna e riavvia alcune funzioni delle cellule cerebrali, tra cui la capacità di produrre energia e quella di eliminare le scorie.

Ma la scoperta più importante è probabilmente il fatto che sia ricominciata anche l'attività elettrica tra le cellule. Non si è riscontrato nessun segnale coordinato – e senza dubbio nessuna avvisaglia di autocoscienza – ma d'altra parte i prodotti chimici iniettati nel cervello erano pensati appunto per inibire questa possibilità.

"Quel che abbiamo illustrato è il fatto che la morte cellulare è un processo graduale, a fasi", spiega Nenad Sestan, il neurologo a capo dell'esperimento, nella pubblicazione relativa sulla rivista *Nature*. "Alcune di tali fasi possono essere ritardate, fermate o persino invertite".

Sestan ha concepito questo esperimento di rianimazione cellulare come un mezzo per meglio comprendere le reti cerebrali e le malattie neurologiche, ma ha finito per sollevare domande di natura etica e scientifica di portata inaspettata: come definiamo la morte? Sarà necessario rivedere le linee guida attuali che stabiliscono la morte cerebrale? Dovremmo proseguire con queste ricerche se esiste la pur minima possibilità di risvegliare anche l'autocoscienza?

Al momento Sestan non sembra volersi lasciare coinvolgere dalle possibili implicazioni di quello che ha quasi accidentalmente scoperto: contattato dalla nostra rivista sei mesi dopo la pubblicazione della ricerca, si è mostrato riluttante a esprimere una posizione o a indicare quali saranno i suoi prossimi passi. "Il periodo di riassestamento successivo a uno studio di questo tipo può essere molto lungo e da un punto di vista olistico è probabile sia meglio così", ci ha detto. Ha aggiunto anche che il suo gruppo di ricerca sta valutando con attenzione i prossimi esperimenti da intraprendere, ma che sarebbe prematuro parlarne ora "anche solo in termini astratti".

In ogni caso, quali che siano i progetti del team di Sestan, il dado ormai è tratto e altri scienziati vorranno muovere i propri passi sulla stessa strada: tra le ricerche parallele sui mini-cervelli in coltura artificiale e le dichiarazioni del neurochirurgo italiano Sergio Canavero, che sostiene di aver eseguito il primo trapianto di testa nell'essere umano, i "dottor Frankenstein" in competizione per i titoli dei giornali non mancheranno di certo nel resto del 2020. È da vedere, adesso, quando chi deve decidere i parametri etici entrerà in campo per stabilire nuovi confini.

Come ha scritto un gruppo di neuroscienziati, avvocati ed esperti di bioetica su *Nature* in risposta alla notizia della rianimazione dei cervelli di maiale: "Viene in mente una citazione da *La storia fantastica*, il film del 1987: 'C'è una grossa differenza tra quasi morto e tutto morto. Quasi morto è ancora un po' vivo'". **SCr**

5 I FUNGHI POTREBBERO SALVARE IL MONDO

Nessuno nega che i funghi siano fantastici sulla pizza o nel risotto, ma potrebbero essere persino meglio se usati per smaltire rifiuti tossici, creare abiti o rivoluzionare il settore edilizio

Nei prossimi anni i prodotti ricavati dai funghi potrebbero diventare molto di moda. Resistenti ma biodegradabili, nonché creati grazie a risorse minime, i materiali a base di funghi potrebbero risolvere in un colpo solo molti dei problemi più urgenti della nostra società.

Certo è difficile immaginare un paio di scarpe, una lampada o persino una casa fatti di quella materia grigiastra e spugnosa che siamo abituati a vedere solo nel piatto. Ma la parte commestibile di un fungo è solo il suo corpo fruttifero: sottoterra questi straordinari organismi si ramificano in una vasta rete di filamenti vegetativi che formano una struttura chiamata micelio. Quest'ultimo si può estrarre e compattare in un materiale leggerissimo ma assai resistente.

Attualmente il micelio sta catturando l'attenzione di progettisti, ingegneri e scienziati dei materiali: non solo lo si può produrre partendo da materie di scarto, come gli avanzi di cucina o i rifiuti delle fattorie, ma lo si può far crescere e modellare in forme precise. Inoltre per svilupparsi anche in grandi volumi non ha davvero bisogno d'altro che di cibo, acqua e aria.

E una fonte di cibo possono davvero essere rifiuti inutili per altro: gusci di noce di cocco, bucce di patata, fondi di caffè, stoffa da buttare e persino resti di lavorazioni industriali. Praticamente per qualunque tipo di rifiuto a cui possiamo pensare c'è una specie fungina che se ne nutre più che volentieri. Esistono persino funghi che assorbono metalli pesanti tossici come il piombo e l'arsenico, e altri che crescono addirittura sulle scorie radioattive: per esempio, nel 2011 in Amazzonia ne è stato scoperto uno che si nutre di poliuretano (una materia plastica).

Il micelio è già stato usato per produrre una gran varietà di cose, da imballaggi ultraleggeri senza plastica a parabrezza ignifughi e resistentissimi, e ora si stanno studiando le sue potenzialità nella produzioni di vestiti, scarpe, vasi, lampade, tablet e altri prodotti con un impatto ambientale positivo. Se confrontato con l'impiego di plastica o cemento, materiali che devono essere estratti dal terreno e lavorati ad alte temperature, il vantaggio è assolutamente schiacciante, e alla fine ci si ritrova con un unico "prodotto di scarto": funghi commestibili.

Alcuni esperti ritengono persino che con i funghi si potrebbero creare cibo e abitazioni su altri pianeti, come Marte. Una specie fungina capace di crescere nella desolazione del suolo marziano potrebbe colonizzare vaste porzioni di territorio e pian piano renderle abitabili per gli esseri umani, un concetto noto come terraformazione. Si tratta chiaramente di progetti ancora molto, molto lontani, ma sulla Terra i funghi capaci di divorare scorie sono già stati messi al lavoro nelle operazioni di pulizia ambientale, con eccellenti risultati: un ottimo esempio è il sito del peggior disastro petrolifero oggi noto, nella foresta pluviale in Ecuador, dove uno sforzo congiunto di scienziati e gruppi ambientalisti pianifica ora di colonizzare il terreno contaminato con giganteschi funghi divora-petrolio.

E non stiamo nemmeno cominciando a considerare l'enorme potenzialità che 1,4 milioni di specie fungine potrebbero rappresentare per altre aree della medicina e delle biotecnologie. Parliamo di un gruppo incredibilmente variegato di organismi che si sono evoluti in modi unici per adattarsi alle nicchie ecologiche e agli habitat più disparati, e che rappresentano anche una possibile fonte di composti chimici utili all'uomo, tra i quali antimicrobici e antivirali. Insomma, il futuro è nei funghi. TI

ABBIAMO GIÀ TROVATO LA VITA SU MARTE

La vita su Marte è tuttora uno degli argomenti più dibattuti in astronomia, ma uno scienziato è convinto che abbiamo già rinvenuto tracce di batteri ai tempi delle missioni Viking, negli anni Settanta

Trovata la vita su Marte! Un titolo del genere sarebbe facilmente la storia del secolo. Se non fosse che forse è storia del secolo scorso, e nessuno se n'è accorto. È proprio quel che sostiene Gilbert Levin, principale scienziato coinvolto in un esperimento della NASA che ebbe luogo su Marte nel 1976, durante una delle missioni Viking: si tratta dell'esperimento *Labelled Release* (LR), che rilasciò sostanze nutritive su campioni di suolo marziano nella speranza che eventuali microrganismi presenti nel terreno se ne nutrissero e reagissero liberando anidride carbonica gassosa.

"Il rilascio di gas fu immediato", racconta Levin, "una cosa che ci lasciò allibiti. E proseguì per tutti i sette giorni di durata dell'esperimento".

Sulle prime Levin stesso era scettico all'idea che i risultati dell'esperimento indicassero la presenza di forme di vita e riteneva che il fenomeno fosse dovuto ai raggi ultravioletti, che penetrando nel suolo di Marte ne alteravano la composizione chimica e provocavano il rilascio del gas: per questo chiese agli ingegneri che guidavano la sonda di spostare una roccia ed estrarre un campione da sotto la superficie. I risultati tuttavia rimasero gli stessi. Si pensò allora che il responsabile potesse essere il perossido di idrogeno presente nell'atmosfera e sulla superficie del Pianeta Rosso, ma Levin controllò i dati riportati dal Mariner 9, una precedente sonda atterrata su Marte, e non trovò traccia di quella sostanza.

"Nel corso di quarantatré anni abbiamo formulato almeno quarantina di teorie alla ricerca di una spiegazione per i risultati dell'esperimento LR", dichiara Levin, che si dice anche convinto che nessuna di esse sia in grado di superare un rigoroso vaglio scientifico. Per questo, ora è quasi certo che quell'esperimento abbia effettivamente trovato la vita su Marte. La NASA tuttavia risponde che altri esperimenti della Viking non hanno rinvenuto tracce di molecole organiche nei campioni di suolo marziano. E senza molecole organiche non si può parlare di vita.

Levin suggerisce che il modo per dirimere la questione sarebbe eseguire un nuovo esperimento LR su Marte: lo ha persino aggiornato affinché sia in grado di rilevare una caratteristica chimica fondamentale della vita, la cosiddetta chiralità. Per il momento, però, nessuna agenzia spaziale sembra interessata all'idea. Attualmente Levin partecipa a un esperimento chiamato HABIT, che giungerà su Marte con il rover Rosalind Franklin dell'ESA (doveva essere lanciato quest'anno, ma a causa della pandemia di Covid-19 partirà nel 2022). Lo scopo di HABIT è rilevare l'esistenza di minuscole polle d'acqua che dovrebbero formarsi sulla superficie marziana all'alba. Il rover condurrà anche altri esperimenti alla ricerca di sostanze chimiche che possano indicare la presenza di vita attuale o nel passato. Eventuali risultati positivi potrebbero far cambiare idea ad altre agenzie spaziali sulla versione aggiornata dell'esperimento LR, che nella nuova forma cercherebbe metabolismi attivi.

Non c'è dubbio che l'interesse scientifico e quello pubblico per la ricerca della vita su Marte siano oggi ben vivi: quanto sarebbe ironico renderci conto che l'avevamo già scoperta quarant'anni fa? **SCI**

7

LE PIANTE POTREBBERO ESSERE AUTOCOSCIENTI

Cattive notizie per i vegetariani: secondo una ricercatrice, esistono segnali che le piante possano sia apprendere sia ricordare

Le piante sono più intelligenti di quanto pensi la maggior parte della gente. La venere acchiappamosche, per esempio, sa contare: aspetta due tocchi per chiudere la sua trappola e un terzo per rilasciare gli enzimi che digeriscono gli insetti. Gli alberi condividono sostanze nutritive attraverso una rete sotterranea creata dai funghi, che è stata soprannominata "internet delle foreste". Attraverso questo sistema, quando una pianta di pomodoro viene aggredita da qualche patogeno rilascia un segnale chimico di avvertimento alle piante vicine. Insomma i vegetali sanno rispondere ai cambiamenti nell'ambiente, ma sanno anche riflettere sulle proprie azioni? Di primo acchito l'idea sembra parecchio azzardata, eppure esperimenti recenti hanno suggerito ad alcuni che esiste la possibilità che le piante siano persino autocoscienti.

I famosi cani di Pavlov avevano imparato ad associare il suono di una campanella all'arrivo del cibo. Monica Gagliano, dell'Università di Sydney, si è domandata se anche i vegetali possono farlo e ha coltivato delle piante di pisello dentro un labirinto a forma di Y. Le piante sono cresciute istintivamente verso una luce blu posta alla fine di una delle due ramificazioni. Gagliano ha associato alla luce blu il soffio leggero di un ventilatore, e quando poi ha esposto le piante a quest'ultimo senza la luce blu, i piselli sono cresciuti verso il ventilatore. "Le piante hanno usato la posizione del ventilatore per determinare il punto più probabile in cui avrebbero trovato di nuovo la luce", spiega. In un articolo sull'argomento la Gagliano ha dichiarato che il suo studio porterebbe a pensare che i vegetali siano in grado di imparare e ricordare come fanno gli animali. E, se questo fosse vero, aprirebbe le porte alla possibilità che abbiano anche una forma di autocoscienza. L'articolo tuttavia ha attirato molte critiche. Il biologo vegetale Lincoln Taiz, dell'Università della California, Santa Cruz, non solo non è rimasto impressionato dai dati della Gagliano, ma si è anche affrettato a sottolineare che le piante molto semplicemente non hanno "l'attrezzatura biologica" per l'autocoscienza. "Le piante non possiedono né cervello né cellule nervose", ha ricordato. Secondo la Gagliano, però, i vegetali di fatto hanno una sorta di sistema nervoso: uno studio recente ha dimostrato come un messaggero chimico, il glutammato, provochi come risposta onde di ioni di calcio che si propagano all'interno di una pianta in modo molto simile a come gli impulsi elettrici attraversano un animale. Inoltre, fa notare, se le piante dovessero possedere autocoscienza non possiamo aspettarci che il meccanismo sia identico a quello degli animali: dopotutto le une e gli altri condividono solo antenati evolutivi lontanissimi. Taiz teme però che si stiano antropomorfizzando i soggetti delle ricerche, e ritiene che questi comportamenti dei vegetali si possano spiegare anche senza bisogno di una forma di autocoscienza simile a quella animale. La risposta della Gagliano è tuttavia cauta: "Non sto affermando che le piante siano autocoscienti, ma dico che dovremmo rimanere mentalmente aperti a varie possibilità". L'autocoscienza è qualcosa di difficile da definire e ancora più difficile da dimostrare: al momento non ci sono evidenze sperimentali che le piante la posseggano, ma nemmeno evidenze sperimentali del contrario. "Studi come il mio", dice, "possono servire da quadro strutturale per esplorare meglio l'argomento. Tutto quel che ci serve sono nuovi dati". HP

ESISTE UN INTERRUTTORE PER L'ETÀ

Abbiamo davanti vite lunghe e in piena salute

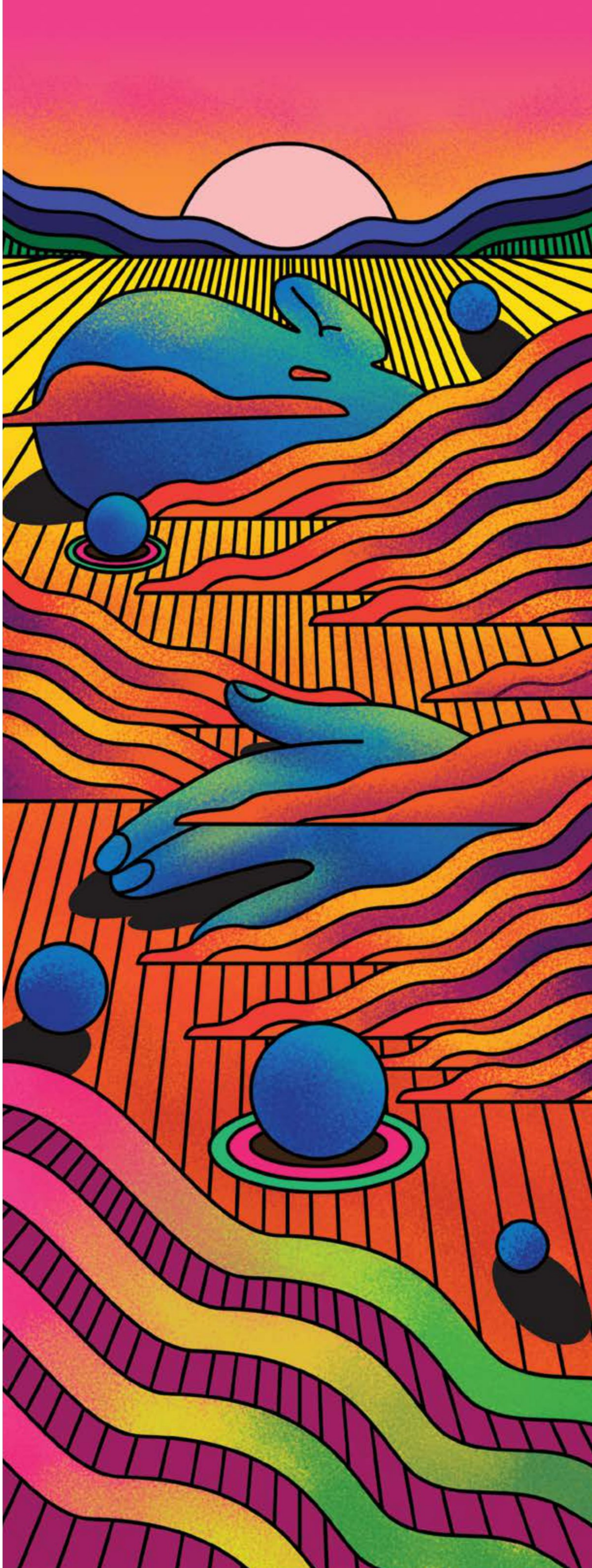
Juan Carlos Izpisúa, docente presso il Salk Institute di San Diego, sta lavorando a una tecnica sperimentale che sembrerebbe capace di invertire gli effetti dell'invecchiamento, anche se per ora solo nei topi. Nei suoi test utilizza animali selezionati per sviluppare una sindrome da invecchiamento precoce, e nei giorni immediatamente precedenti la morte somministra loro un "elisir" che in breve li fa apparire ringiovaniti: più attivi, con organi più sani, pelo più folto e meno rughe.

Ma c'è un problema: la tecnica si basa sulla rimozione di alcune molecole chiave dal DNA delle cellule. Con questa pratica, che prende il nome di riprogrammazione epigenetica, è un po' come se si riportassero le cellule "alle impostazioni di fabbrica", un processo destinato inevitabilmente ad avere enormi complicazioni se applicato a un intero organismo. Per questo molti dei soggetti utilizzati nei test, dopo una prima fase di ringiovanimento, tendono a sviluppare tumori e a morire in tempi brevi. Finora si è rivelato assai difficile trovare un equilibrio tra i trattamenti dagli effetti anti-età e quelli che hanno come conseguenza l'insorgere di tumori.

Questi esperimenti sono ancora in una fase assai preliminare, ma ci sono molti altri scienziati che, considerando l'invecchiamento nulla più che un processo molecolare che avviene nelle nostre cellule, ritengono di poterlo regolare, arrestare o invertire. A provocare la consunzione e la morte di cellule e tessuti, ovvero quel che chiamiamo invecchiamento, è un deterioramento graduale dei complessi sistemi che regolano la manutenzione delle cellule stesse: ora, molti gruppi di ricerca sostengono di aver individuato l'"interruttore" genetico che potrebbe resettare questi problemi. "Dal mio punto di vista l'invecchiamento cellulare è provocato dall'accumulo di stress sulle cellule stesse nel corso dell'intera vita", dice Lorna Harries, docente di Genetica molecolare presso la Scuola Medica di Exeter. "Ma esistono dei 'punti generali di controllo' che regolano la risposta cellulare allo stress, ed è a quelli che mirano le nostre ricerche".

Harries e il suo team di recente hanno scoperto due geni mitocondriali la cui inattivazione sembrerebbe capace di invertire vari segni dell'invecchiamento in cellule umane coltivate in laboratorio. "In un certo senso li si potrebbe considerare un 'interruttore', ma le conseguenze di questo processo sono molto complicate e stiamo ancora cercando di individuarle. In biologia non c'è mai nulla di semplice", assicura.

L'idea di fermare o invertire l'invecchiamento è davvero radicale, e avrebbe per esempio implicazioni immense e spaventose sulla popolazione mondiale. Tuttavia molti ricercatori attivi in questo campo hanno un obiettivo molto più semplice: non farci restare giovani per sempre, quanto piuttosto tenerci in salute per tempi più lunghi man mano che invecchiamo. Insomma, più che rappresentare un "elisir di eterna giovinezza", le prime terapie disponibili probabilmente potranno invertire l'invecchiamento in specifici tessuti come le giunture o la retina. TI ■



SPREA EDITORI

È PARTNER BBC PER L'ITALIA

BBC **SCIENZE**
RICERCA • TECNOLOGIA • ATTUALITÀ • FUTURO

BBC TopGear

BBC History

VUOI ABBONARTI A SCIENZE O HISTORY?

Contatta il nostro servizio abbonamenti o vai al sito **www.sprea.it**

LE RIVISTE SPREA BBC SONO DISPONIBILI
IN TUTTE LE EDICOLE IN VERSIONE CARTACEA E DIGITALE

Scansiona il QR Code

Abbonati e aquista la tua rivista su www.sprea.it anche in versione digitale

ABBONATI

ALLA TUA RIVISTA PREFERITA

LA RICEVERAI A CASA APPENA STAMPATA

Con l'abbonamento cartaceo la versione digitale è in **OMAGGIO**!

25,90€

invece di ~~35,40€~~

Disponibile su App Store

DISPONIBILE ANCHE IN VERSIONE DIGITALE

Scansiona il QrCode per abbonarti oppure contattaci

Telefono
02 87168197

online
www.sprea.it

email
abbonamenti@sprea.it

WhatsApp
329 3922420
solo messaggi

Informativa ex Art.13 LGS 196/2003. I suoi dati saranno trattati da Sprea SpA, nonché dalle società con essa in rapporto di controllo e collegamento ai sensi dell'art. 2359 c.c. titolari del trattamento, per dare corso alla sua richiesta di abbonamento. A tale scopo, è indispensabile il conferimento dei dati anagrafici. Inoltre previo suo consenso i suoi dati potranno essere trattati dalle Titolari per le seguenti finalità: 1) Finalità di indagini di mercato e analisi di tipo statistico anche al fine di migliorare la qualità dei servizi erogati, marketing, attività promozionali, offerte commerciali anche nell'interesse di terzi. 2) Finalità connesse alla comunicazione dei suoi dati personali a soggetti operanti nei settori editoriale, largo consumo e distribuzione, vendita a distanza, arredamento, telecomunicazioni, farmaceutico, finanziario, assicurativo, automobilistico e ad enti pubblici ed Onlus, per propri utilizzi aventi le medesime finalità di cui al suddetto punto 1) e 2). Per tutte le finalità menzionate è necessario il suo esplicito consenso. Responsabile del trattamento è Sprea SpA via Torino 51 20063 Cernusco SN (MI). I suoi dati saranno resi disponibili alle seguenti categorie di incaricati che li tratteranno per i suddetti fini: addetti al customer service, addetti alle attività di marketing, addetti al confezionamento. L'elenco aggiornato delle società del gruppo Sprea SpA, delle altre aziende a cui saranno comunicati i suoi dati e dei responsabili potrà in qualsiasi momento essere richiesto al numero +39 0287168197 "Customer Service". Lei può in ogni momento e gratuitamente esercitare i diritti previsti dall'articolo 7 del D.Lgs.196/03 – e cioè conoscere quali dei suoi dati vengono trattati, farli integrare, modificare o cancellare per violazione di legge, o opporsi al loro trattamento – scrivendo a Sprea SpA via Torino 51 20063 Cernusco SN (MI).

D&R Domande Risposte

GLI ESPERTI RISPONDONO

- **ALASTAIR GUNN**
  Astronomo e astrofisico
- **ALEX FRANKLIN-CHEUNG**
  Esperta di ambiente e clima
- **PETER BENTLEY**
  Scienziato informatico, autore
- **ALOM SHAHA**
  Insegnante di scienze, autore
- **HILARY GUITE**
  Scrittrice e divulgatrice scientifica
- **CHARLOTTE CORNEY**
  Direttrice di zoo, conservazionista
- **HELEN SCALES**
  Biologa marina e scrittrice
- **CHRISTIAN JARRETT**
  Neuroscienziato e scrittore
- **EMMA DAVIES**
  Esperta di salute e divulgatrice
- **LUIS VILLAZON**
  Divulgatore di scienza e tecnologia
- **JULES HOWARD**
  Zoologo e divulgatore scientifico
- **ROBERT MATTHEWS**
  Fisico e divulgatore

COME FANNO I POLPI A MUOVERE GLI ARTI SE NON HANNO OSSA?

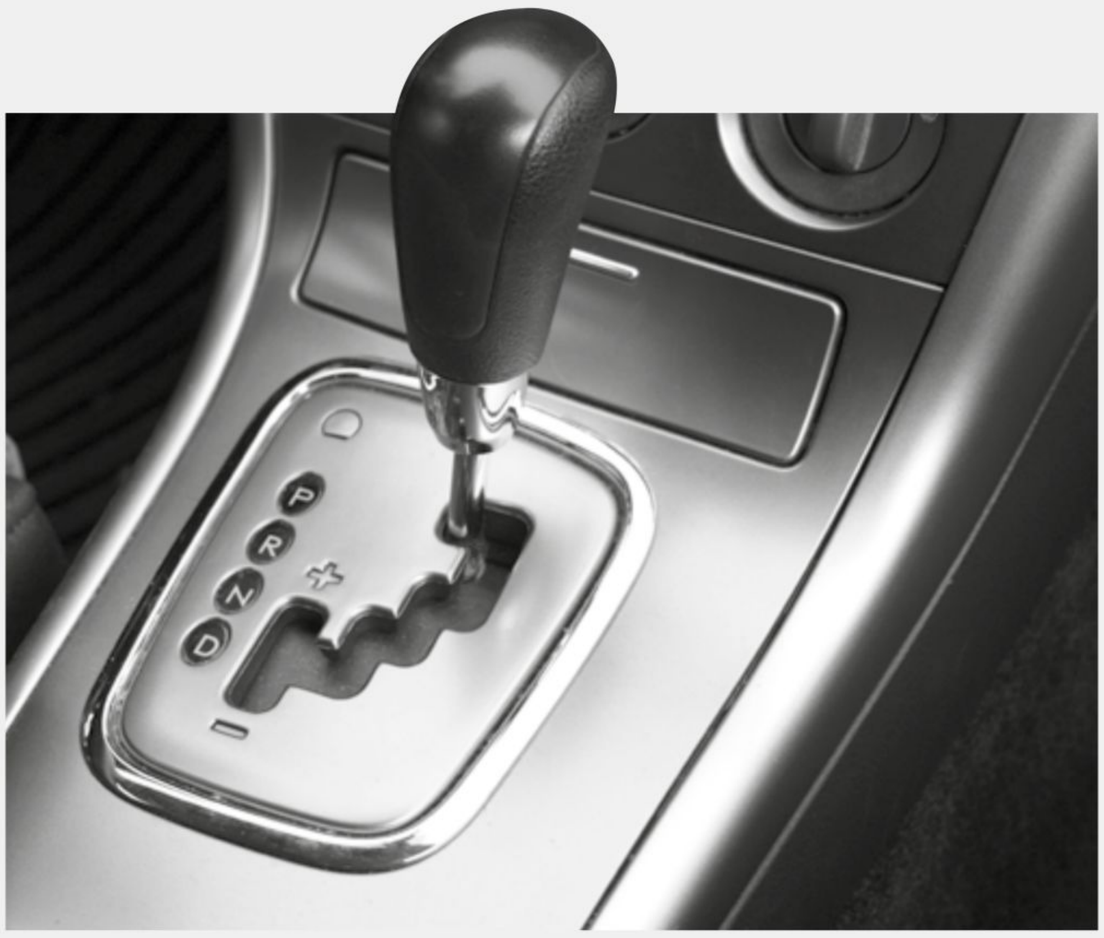
I tentacoli del polpo funzionano in modo simile alla proboscide dell'elefante, al piede della lumaca e alla nostra lingua. Queste strutture, dotate dei cosiddetti "scheletri idrostatici", sono costituite quasi interamente da fitti muscoli, che possono disporsi in diversi modi dando così luogo a un'enorme varietà di movimenti. Quando i polpi si muovono sul fondo del mare, contraggono longitudinalmente e trasversalmente i muscoli dei tentacoli, allungandoli e accorciandoli a turno. Per torcerli contraggono le serie di fibre muscolari che sono avvolte in diagonale. ***HS***

PERCHÉ LA PLASTICA NERA È COSÌ DIFFICILE DA RICICLARE?

La plastica di per sé in genere è riciclabile; il problema sono i coloranti. La maggior parte della plastica nera è pigmentata usando carbonio, che è economico, innocuo per gli alimenti e dà un nero scuro e uniforme. Oltre ad assorbire la luce visibile, però, assorbe anche la parte dello spettro nel vicino infrarosso, con lo sfortunato effetto collaterale di renderlo invisibile ai macchinari di selezione negli impianti di riciclaggio, che usano raggi infrarossi per separare gli oggetti per colore e materiale. La plastica nera invisibile passa quindi inosservata nel settore "miscellaneo" alla fine del nastro trasportatore e viene quindi destinata alla discarica. ***LV***

COME MAI TANTI STATUNITENSI USANO IL CAMBIO AUTOMATICO?

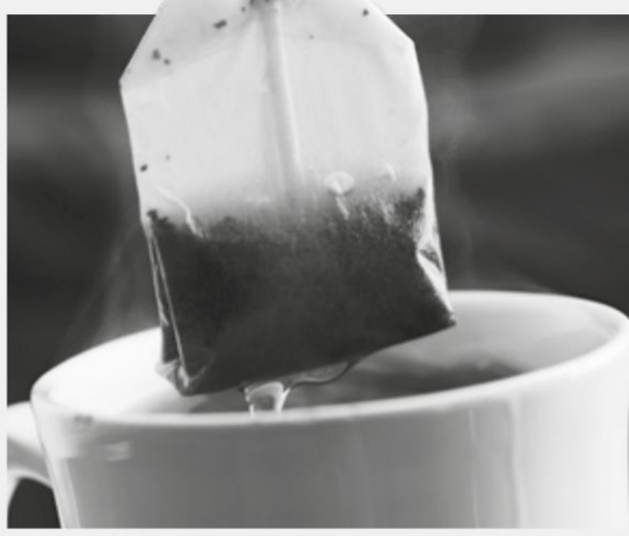
Negli Stati Uniti le automobili con il cambio automatico sono in genere più economiche, più potenti e vengono usate per percorrere lunghe distanze su strade relativamente rettilinee. L'Europa è più densamente popolata e le sue vecchie strade sono più strette, piene di curve e richiedono una maggiore iniziativa dell'automobilista, a cui il cambio manuale consente di essere più reattivo, scegliendo la marcia giusta al momento giusto. La guida negli USA può comportare anche molte fermate e ripartenze: si tendono a usare più segnali di stop e meno rotatorie, cosicché i cambi di marcia manuali diventano un fastidio. ***PB***



COME FUNZIONANO I SALI DA INALARE?

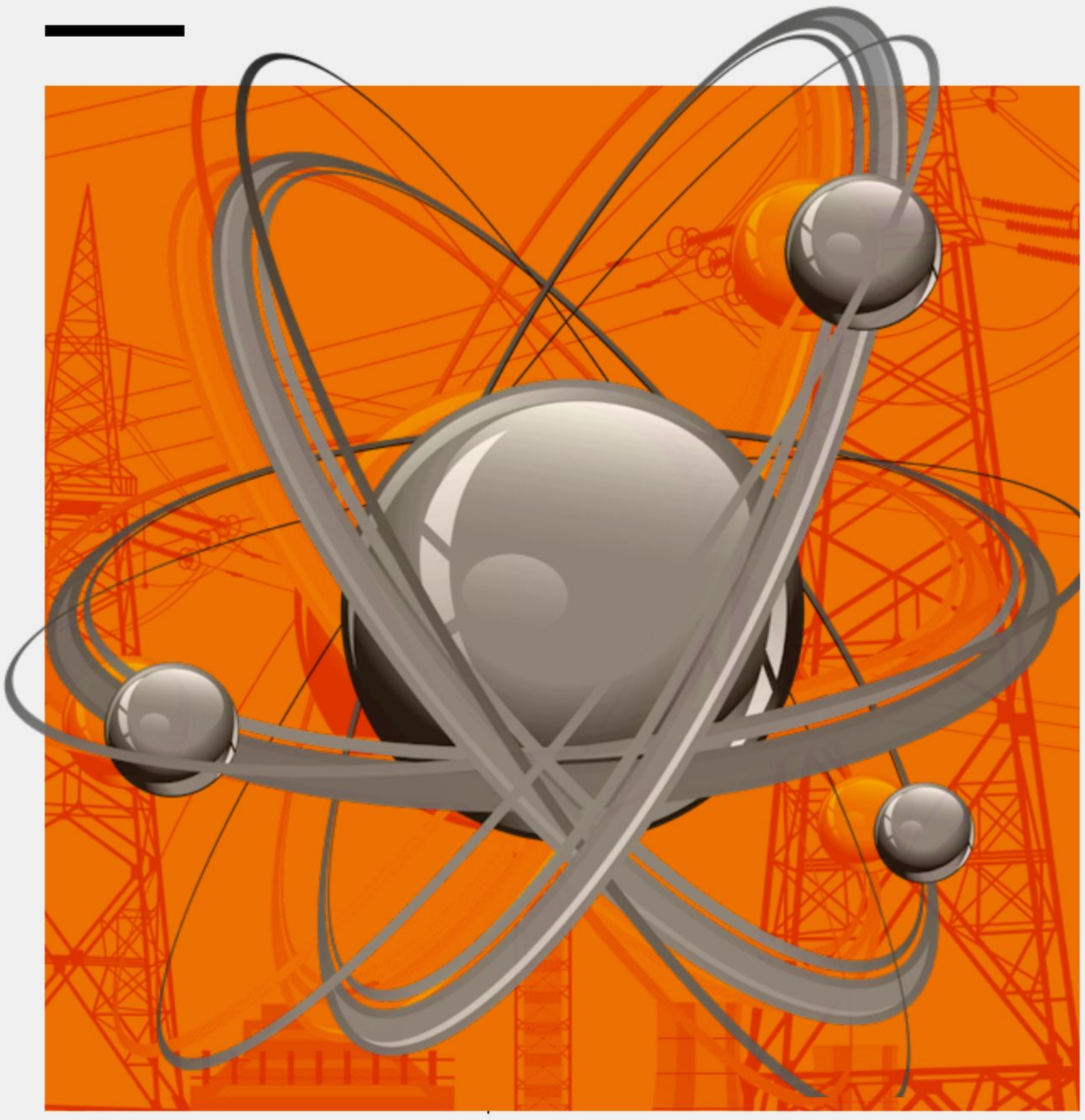
I sali, un miscela molto pungente di ammoniaca, acqua ed etanolo, si usano fin dai tempi dei romani per far riprendere le persone svenute. Si adoperano anche in alcuni sport, nel tentativo di migliorare le prestazioni: molti giocatori di football americano lo ritengono uno stimolante efficace, ma uno studio pubblicato nel *British Journal Of Sports Medicine* nel 2006 ha concluso che i sali funzionano perché le esalazioni irritano le membrane del naso e dei polmoni, provocando una brusca inspirazione, ma senza benefici duraturi ***RM***

FACCIO BENE A SPREMERE LE BUSTINE DI TÈ?



Secondo alcuni appassionati di tè, se si spreme la bustina si possono rilasciare i tannini, che rendono la bevanda amara. In realtà non c'è nulla che li trattenga intrappolati in modo sicuro nella bustina fino a quando non la strizziamo. Tempi di infusione più lunghi portano a concentrazioni più elevate di tutti i composti aromatici, inclusi i tannini, dando così un tè più forte. Spremere la bustina serve solo ad accelerare lievemente il processo, perché non c'è bisogno di aspettare che le molecole si diffondano passivamente. Alcune bustine di tè sono in realtà vendute con un cordino, proprio perché sia più facile spremerle. *LV*

COME FA UN ELETTRONE A ESSERE SIA UNA PARTICELLA SIA UN'ONDA?



L'elettrone è una minuscola particella carica negativamente che sfreccia intorno al nucleo atomico; questo si sa da quando, nel 1897, lo scoprì il fisico britannico J.J. Thomson. Ma trent'anni dopo suo figlio George fece un'altra scoperta: sparando elettroni attraverso una fessura in un sottile foglio di metallo, osservò che creavano delle figure di interferenza, proprio come se fossero onde e non particelle. Come a suo padre, a George fu conferito un premio Nobel per il suo lavoro, ma questa "dualità onda-particella" – manifestata da tutte le particelle, compresi i fotoni – suscita ancora discussioni.

Ci sono due scuole di pensiero. Secondo una di esse, le particelle cambiano natura a seconda delle circostanze. In alcuni esperimenti diventano simili a onde, in altri a particelle. Secondo l'altra scuola di pensiero sono oggetti strani che hanno sempre una commistione di tratti sia ondulatori che particellari, ma in alcuni esperimenti mostrano solo i primi e in altri solo i secondi.

E allora, come stanno le cose? Nel 2012 due gruppi di ricercatori – uno in Francia e l'altro in Inghilterra – hanno pubblicato indipendentemente i risultati di una serie di esperimenti che permetteranno di decidere tra le due possibilità. In parole povere, hanno fatto entrare dei fotoni in un dispositivo in grado di rivelarne la natura ondulatoria o particellare, ma in modo che fosse possibile scegliere quale delle proprietà dei fotoni veniva verificata. I risultati sono coerenti con la possibilità più strana: che siano sempre sia onde sia particelle e non passino semplicemente dall'uno all'altro stato a seconda di ciò che succede. Una cosa per noi difficile da concepire. Per questo molti fisici teorici suggeriscono di non pensare a elettroni, fotoni e simili in termini quotidiani: sono pur sempre oggetti del mondo quantistico, diversi da qualsiasi cosa ci sia familiare. ***RM***

PERCHÉ GLI ALBERI HANNO EVOLUTO FOGLIE DI TANTE FORME DIVERSE?

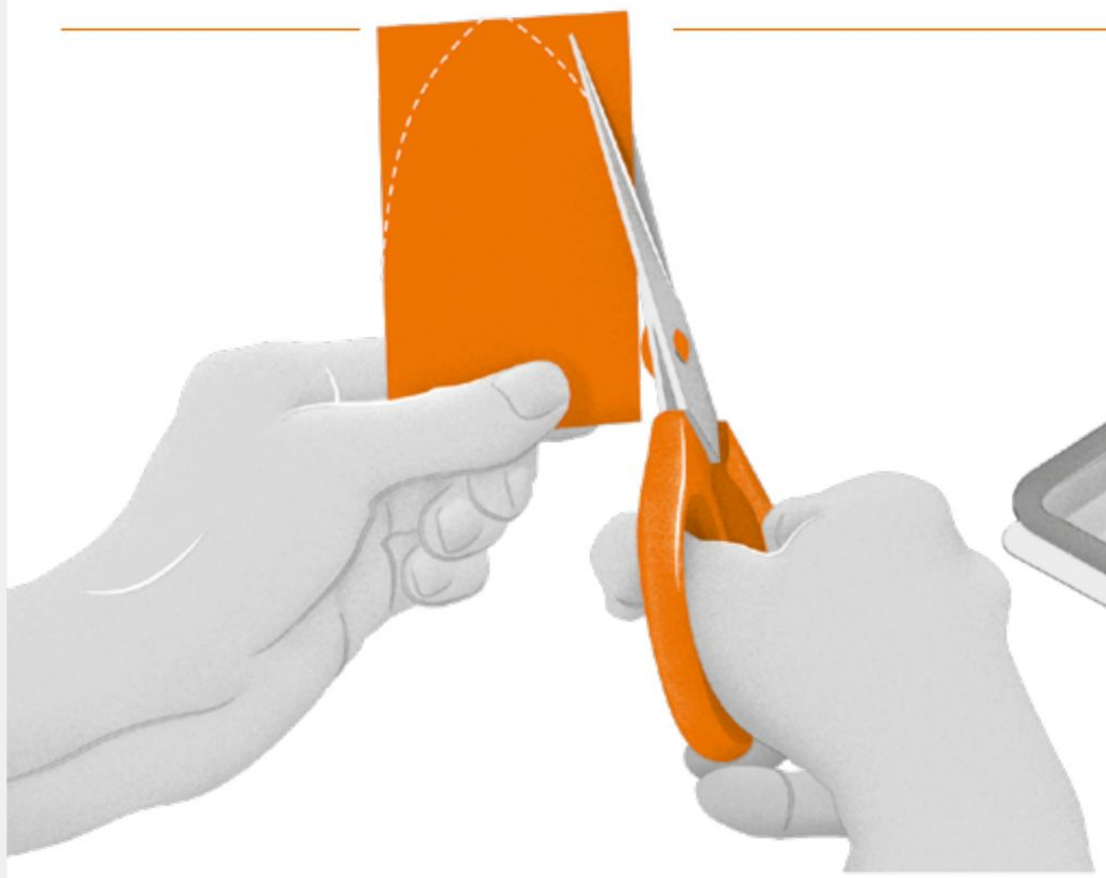
Oltre a raccogliere la luce solare per la fotosintesi, le foglie hanno molte altre funzioni: trasportano sostanze nutritive, assorbono anidride carbonica e ossigeno, scoraggiano gli animali che vogliono nutrirsi della pianta e, grazie all'evaporazione, rilasciano acqua per raffreddarla. Oltre a tutto ciò devono essere anche robuste a sufficienza da resistere al vento e alla pioggia. Inoltre ogni pianta ha una diversa serie di priorità, in base alle esigenze del suo ambiente. Anche considerando tutto questo, comunque, è notevole quanto siano varie le foglie delle angiosperme (piante da fiore), rispetto alle strutture molto più semplici delle conifere e delle felci. I pelargoni, che sono diffuse piante d'appartamento simili al geranio, appartengono tutti allo stesso genere, ma le diverse specie hanno foglie con un'enorme varietà di forme, dalle fronde esili alle larghe forme a cuore. Il modo esatto in cui si producono queste differenze è un argomento di ricerca molto attivo, ma sembra che le piante da fiore abbiano alcuni importanti geni strutturali che possono causare variazioni significative nella forma della foglia in seguito a lievi mutazioni genetiche. *LV*

SCIENZA FAI DA TE

BARCA A... SAPONE

CHE COSA SERVE

- Una bottiglia del latte di plastica o un cartone TetraPak
- Forbici
- Una teglia bassa
- Acqua fredda
- Stuzzicadenti
- Detersivo per piatti



CHE COSA FARE

1. Ritagliate un rettangolo di 2 cm per 3 cm dalla bottiglia del latte o dal cartone in modo da avere un pezzo di materiale piatto che galleggi sull'acqua. È la vostra "barca", quindi potete darle la forma che preferite!

2. Riempite la teglia d'acqua.

3. Posizionate la "barca" sull'acqua vicino a un lato della teglia.

4. Immergete lo stuzzicadenti nel detersivo per piatti.

5. Immergete l'estremità insaponata dello stuzzicadenti in acqua, dietro la parte posteriore della barca.

6. A quel punto la barca avanzerà.

7. L'effetto cessa dopo qualche secondo. Quando ciò accade, basta cambiare l'acqua nella teglia.

CHE COSA STA SUCCEDENDO

La spiegazione di questo fenomeno è la tensione superficiale. Tra le molecole d'acqua ci sono intense forze coesive, i "legami a idrogeno". Le molecole sulla superficie dell'acqua non ne hanno altre sopra, e quindi si legano ancora più fortemente a quelle accanto e sotto. Questa coesione particolarmente intensa crea una sorta di "pellicola" di alta tensione sulla superficie (è quella che consente ad alcuni insetti di camminare sull'acqua).

Il detersivo liquido è un cosiddetto "tensioattivo", cioè indebolisce i legami a idrogeno e riduce la tensione superficiale dell'acqua. Possiamo immaginare la superficie dell'acqua come una rete di molecole, ognuna delle quali attira ogni altra molecola che la circonda. Quando si aggiunge del detersivo e i legami tra le molecole d'acqua si allentano in quel punto, le molecole vicine sono sottoposte a una forza che le allontana da quel punto, perché sono "tirate via" dai legami più forti negli altri punti. La barca è posata sull'acqua e quindi viene trascinata da questo movimento molecolare. ***AS***

GETTY IMAGES X8 ILLUSTRAZIONE: DAN BRIGHT

PERSONAGGI DA RISCOPRIRE

CHIEN-SHIUNG WU

LA "REGINA DELLA RICERCA NUCLEARE"

Nel 1957 due fisici, Chen-Ning Yang e Tsung-Dao Lee, raggiunsero la Svezia dagli Stati Uniti per ricevere il premio Nobel per la fisica. Si era rivelata corretta la loro scoperta su una bizzarra caratteristica dell'"interazione nucleare debole", una forza fondamentale della natura che agisce sul nucleo atomico. Era la cosiddetta "non-conservazione della parità" e significa – in prima approssimazione – che la forza sa distinguere tra sinistra e destra.

Ma in realtà non erano stati Yang e Lee a dimostrarlo; il merito era di un'altra scienziata cinese che lavorava negli Stati Uniti, Chien-Shiung Wu, che però non fu mai invitata in Svezia.

Nata a Liuhe, in Cina, nel 1912, Wu studiò fisica e poi emigrò negli Stati Uniti, dove lavorò al Progetto Manhattan per la realizzazione della prima bomba atomica. Poi si trasferì alla Columbia University, a New York, dove diventò un'esperta sull'interazione debole. Nel 1956 Lee e Yang le chiesero di confermare la loro idea "folle": fu un lavoro incredibilmente difficile, ma nel giro di un anno aveva studiato e risolto tutti i problemi tecnici, dimostrando che avevano ragione.

Molti fisici si indignarono per il fatto che il suo lavoro fu ignorato dalla commissione del Nobel, un cui membro in seguito osservò che il lavoro della Wu era stato pubblicato dopo la scadenza per poter essere preso in considerazione. Ma sia Wu che altri avevano una spiegazione più semplice: sessismo. ***RM***

PERCHÉ QUANDO SI GUIDA SI DIVENTA AGGRESSIVI?

In parte si deve al fatto di trovarsi confinati; mentre un pedone in ritardo può camminare più rapidamente, un automobilista spesso è costretto ad andare alla stessa velocità della macchina davanti o a lasciar passare altri veicoli. C'entra inoltre la nostra tendenza a essere altamente territoriali riguardo alle nostre auto: sono il nostro spazio privato, il che è in contrasto con il fatto che le guidiamo in un luogo pubblico spesso affollatissimo. Il ruolo della territorialità nei litigi stradali è stato confermato nel 2008 da uno studio svolto presso la Colorado State University, in cui si è scoperto che le persone che tenevano di più a personalizzare le proprie auto (con adesivi e simili, che sono un segno di territorialità) erano più inclini a infuriarsi al volante. D'altro canto, l'idea che guidare cambi completamente il nostro carattere è un'esagerazione. Molti studi dimostrano che chi è in generale più impulsivo e aggressivo nella vita di tutti i giorni è anche più incline a esplosioni d'ira nel traffico. ***CJ***

IN MEDIA, QUANTI PIANETI SONO IN ORBITA INTORNO A OGNI STELLA?

I metodi di rilevamento per gli esopianeti favoriscono l'osservazione di corpi che si trovano in particolari allineamenti orbitali, o che sono vicini alle rispettive stelle, o che hanno una massa elevata. Quindi, a seconda delle diverse ipotesi statistiche e fisiche, ci sono svariate stime del numero medio di pianeti attorno a ogni stella della nostra galassia. Tuttavia, sulla base di vari studi, la risposta più probabile sembra una media tra uno e due esopianeti per stella, e quindi un totale che può raggiungere i 400 miliardi di pianeti in tutta la galassia. ***AGu***

PAURA ESISTENZIALE DEL MESE...

IL MIO GATTO MI VUOLE BENE SOLO PERCHÉ GLI DO DA MANGIARE

E se anche fosse, sarebbe tanto brutto? Dopo tutto, acquisire sostanze nutrienti è l'affanno giornaliero affrontato da tutte le forme di vita sulla Terra. Ed è proprio il cibo la prima cosa che ha unito uomini e gatti. L'analisi chimica delle ossa di gatti cinesi di 5300 anni fa ha dimostrato che questi antichi felini erano cacciatori di roditori che vivevano nei granai. In sostanza, noi abbiamo dato loro un riparo e loro si sono presi cura degli animali infestanti.

Con il passare del tempo, almeno nelle culture occidentali, i gatti da compagnia sono stati selezionati per le coccole non meno che per gli artigli e da questo punto in poi sembra che sia emerso qualcosa di più profondo dell'amore per il cibo. Come nel caso analogo dei cani, l'addomesticamento dei gatti ha sbloccato un insieme di comportamenti tipici, tra cui la tolettatura, il combattimento per gioco e il fatto di portare a casa topi mezzi morti per giocarci un po'. Questi comportamenti non hanno a che fare con l'alimentazione, ma con il fatto che si considerano parte della famiglia.

L'anno scorso è stato annunciato che i gatti sembrano mostrare tratti dell'"attaccamento sicuro" che si osserva nei cani, dove la presenza di un essere umano che si prende cura di loro attiva comportamenti che segnalano sicurezza e calma. Ci sono anche prove che i gatti, quando vengono accarezzati, ricevono una dose improvvisa di ormoni cerebrali analoghi a quelli di noi esseri umani quando ci troviamo insieme ai nostri cari. Quindi forse ora i cani hanno un rivale per il titolo di miglior amico dell'uomo. ***JH***

GETTY IMAGES X4 ILLUSTRAZIONE: DAN BRIGHT

PERCHÉ TANTI CANI SEMBRANO AVERE UN'INNATA PAURA DEI BOTTI?

Rumori intensi e inaspettati mettono paura alla maggior parte degli animali, compresi noi. I suoni forti indicano in generale un evento vicino e molto violento: che si tratti di un albero che cade, di un fulmine o del ruggito di un grosso animale, "rumoroso" tende a significare "pericoloso". Per via del loro udito sensibile, i cani possono provare realmente dolore a causa di scoppi davvero forti, come nel caso dei fuochi d'artificio che, per giunta, sono una minaccia inspiegabile che sembra provenire da più direzioni insieme. Uno studio del 2015 dell'Università di Oslo ha scoperto che i cani più vecchi tendono ad avere più paura dei botti, il che fa pensare che, invece di desensibilizzarli, l'esposizione ripetuta abbia l'effetto opposto. Alcuni esperti di cani consigliano di dare ai cani qualcosa di buono o un giocattolo speciale durante i temporali e i fuochi d'artificio, in modo che imparino ad associare gli scoppi a un evento piacevole. Lo studio di Oslo ha anche scoperto che la sensibilità al rumore varia tra le razze: i collie e gli schnauzer sarebbero tra i più timorosi. ***LV***

17

L'altitudine, in chilometri, a cui furono proiettate le particelle di cenere e anidride solforosa in seguito all'eruzione del vulcano Raikoke in Russia a giugno 2019. La diffusione della luce a causa delle particelle ha provocato albe e tramonti viola in alcune regioni del mondo.

CARO DOTTORE...

GLI ESPERTI DI *BBC SCIENZE* DANNO RISPOSTE A DOMANDE DELICATE

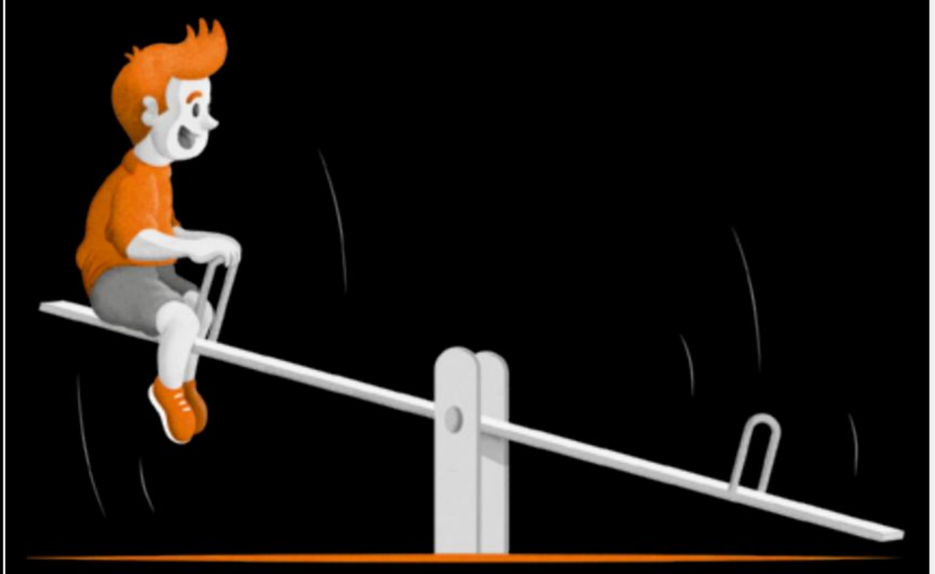
AMO VEDERE FILM DELL'ORRORE MOLTO CRUENTI. HO QUALCOSA CHE NON VA?

La storia del cinema è piena di film esplicitamente sanguinosi, che sono tutt'altro che un interesse di nicchia. Quindi, se hai qualcosa che non va, c'è qualcosa che non va anche in milioni di altre persone.

Il fascino dei film sanguinosi sta nella loro capacità di provocare shock viscerali ed eccitazione. Certo, non tutti ci provano gusto: gli studi hanno dimostrato che chi ama guardare il sangue ha maggiori probabilità di ottenere un punteggio più basso di empatia e un punteggio più alto in un tratto di personalità noto come "ricerca di sensazioni". Gli studi basati su esami del cervello condotti da psicologi dell'Università di Jena, in Germania, hanno dimostrato che le persone che vanno in cerca di emozioni – a cui spesso piacciono anche le attrazioni estreme dei luna park e gli sport pericolosi – tendono ad avere livelli di attività neurale più bassi del solito quando guardano film tranquilli, mentre hanno un cervello estremamente sensibile alle scene spaventose o violente, che forniscono gli stimoli di cui vanno in cerca.

Un'altra cosa: non hai menzionato se guardi questi film da solo o con altri. Se ti piace raggomitolarti sul divano con il tuo partner mentre li guardi, un'altra possibilità è che ami i film spaventosi perché vi portano a una maggior intimità: quello che gli psicologi degli anni '80 hanno chiamato "teoria della coccole". ***CJ***

MIO FIGLIO HA UN AMICO IMMAGINARIO... MI DEVO PREOCCUPARE?



Gli amici immaginari, considerati un tempo dagli psicologi come un segno di debolezza di carattere o di incapacità di distinguere la fantasia dalla realtà, sono oggi riconosciuti come una parte del tutto normale, e persino benefica, dell'infanzia (circa la metà di tutti i bambini ne ha uno, in un momento o nell'altro). Gli amici immaginari possono aiutare i bambini a dare un senso al mondo degli adulti e a esercitarsi a pensare agli stati emotivi e mentali degli altri. Consentono inoltre ai bambini di esercitare le loro abilità linguistiche e narrative, di confortarsi quando sono soli, di sentirsi competenti e di tenere una situazione sotto controllo, per esempio prendendosi cura dell'amico o insegnandogli a fare qualcosa. Quindi non c'è motivo di preoccuparsi! ***CJ***

SONO INCINTA. PERCHÉ SENTO UN SAPORE METALLICO?

Circa il 90 per cento delle donne in gravidanza vive cambiamenti nel senso del gusto: i sapori acidi o metallici sono i più comuni. L'effetto è più forte nel primo trimestre, quando i livelli di estrogeni aumentano più rapidamente, ma la causa esatta è ancora sconosciuta. Lo si è attribuito alla carenza di zinco, ma uno studio del 2009 presso l'Università di Tokyo ha scoperto che nel primo trimestre i livelli di zinco erano normali. Un'altra possibilità è che gli ormoni aggiuntivi influenzino il funzionamento della vescica. Nel 2006 i ricercatori dell'Università di Bristol hanno osservato che le pazienti che soffrono di ritenzione urinaria avevano maggiori probabilità di sentire sapori strani, sintomi che svanivano quando veniva curato il disturbo. Potrebbe essere dovuto al fatto che le regioni del cervello responsabili del gusto e del controllo della vescica sono molto vicine tra loro. ***LV***

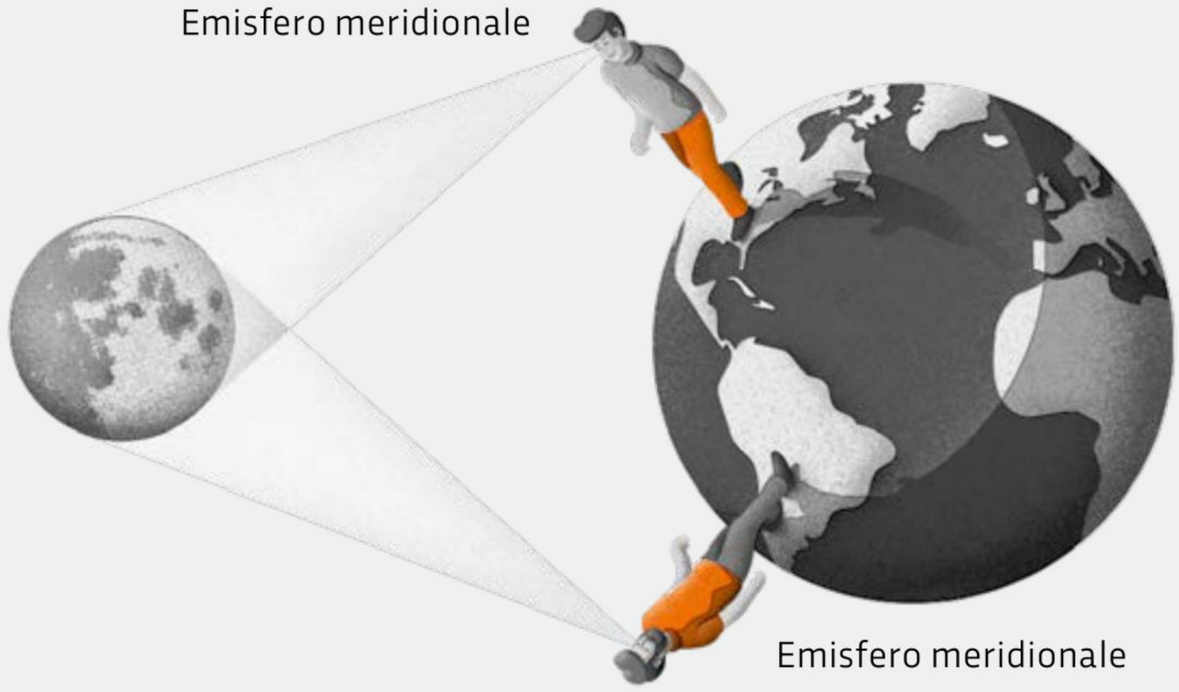
È VERO CHE GLI OCEANI PACIFICO E ATLANTICO NON SI MESCOLANO?

Abbiamo dato nomi distinti agli oceani del nostro Pianeta, ma in realtà non ci sono confini precisi: le correnti scorrono continuamente tra loro, mescolandone le acque. Gli oceani Atlantico e Pacifico si "incontrano" all'estremità meridionale del Sud America. In questa zona una forte corrente si muove da ovest a est, trasferendo acqua dal Pacifico all'Atlantico. Potreste aver visto dei filmati in rete che mostrano due diverse distese d'acqua di colori diversi che si spostano una accanto all'altra; mostrano in realtà acqua dolce, più chiara e ricca di sedimenti, proveniente da ghiacciai sciolti, che incontra acque oceaniche scure e salate nel Golfo dell'Alaska (ma, nel corso del tempo, correnti e vortici fanno sì che anche queste si mescolino). ***AFC***

COLLEZIONISTA
ANTIQUARIO

ACQUISTA
DISCHI IN VINILE LP 45 GIRI
POSTER
RIVISTE MUSICALI ANNI '60-'70
ANCHE INTERE COLLEZIONI

MASSIMA VALUTAZIONE
338 8357195



LA LUNA SI VEDE "SOTTOSOPRA" DALL'EMISFERO MERIDIONALE?

In effetti, la Luna si vede capovolta dall'emisfero meridionale della Terra rispetto a quello settentrionale. È semplicemente una questione di orientamento: immaginiamo che la Luna orbiti nello stesso piano dell'equatore. Se ci troviamo nell'emisfero settentrionale, la Luna apparirebbe sempre nella parte sud del cielo, perché è in questa direzione che si trova l'equatore. È vero l'inverso nell'emisfero meridionale: guardando il cielo, vedremmo la Luna verso nord. Quindi, questi due osservatori guardano lo stesso oggetto da direzioni opposte e di conseguenza ognuno vede l'oggetto capovolto rispetto all'altro. Ciò significa che la figura umana che molti credono di vedere rappresentata sulla superficie della Luna, è sottosopra e somiglia più a un coniglio. ***AGu***

LE CREATURE PIÙ STRANE IN NATURA...

BOCYDIUM GLOBULARE

Che cos'è che ha sei gambe e due paia di palle? No, non è l'inizio di una barzelletta oscena. Si tratta di *Bocydium globulare* brasiliano, un insetto grande come un pisello, che vive nella foresta pluviale e che vanta un copricapo degno di un matrimonio reale.

Lo scopo di queste bizzarre sfere disposte come le pale di un elicottero – che sono in realtà un elaborato "pronoto" (una parte del corpo dell'insetto subito dietro la testa) – è tuttora misterioso. Si sono forse evolute come la coda del pavone, usate dai maschi per mostrare il loro vigore genetico? Improbabile: sia i maschi che le femmine hanno le palle, per così dire. Possono essersi evolute per somigliare a una seconda testa fittizia a cui possono mirare erroneamente i predatori? Non si sono mai osservati esempi del genere, e quindi si direbbe di no. Gli entomologi sospettano invece che queste strutture si siano evolute per imitare l'operato di un fungo parassita che si chiama *Ophiocordyceps unilateralis*, che invade i corpi delle formiche e poi esplode un po' come in *Alien*, creando strutture simili che spuntano dall'insetto defunto. Quindi l'insetto brasiliano non verrebbe aggredito perché nessun predatore vuole rischiare di mangiare accidentalmente il fungo.

Sebbene insolite tra gli altri insetti, queste strutture ornate sono una caratteristica comune tra le 3200 specie dei Membracidi; talvolta possono assomigliare a spine, foglie e persino escrementi di uccelli. ***JH***

GETTY IMAGES, ALAMY, MITSUHIKO IMAMORI/MINDEN PICTURES/FLPA ILLUSTRAZIONI: DAN BRIGHT

COSA COLLEGA...

I JOY DIVISION É GLI ALIENI?

1. *Unknown Pleasures*, lo storico album post-punk del 1979 dei Joy Division, ha una copertina completamente nera a parte un disegno a bassa risoluzione, simile a una catena montuosa, composto da 80 linee bianche frastagliate.

2. Le linee sono in realtà un grafico che mostra le frequenze radio emesse dalla pulsar B1919+21. È la prima pulsar mai scoperta e venne identificata nel 1967 da Jocelyn Bell Burnell (nella foto).

3. Una pulsar si forma quando una stella esplode diventando una supernova, lasciandosi dietro un nucleo densissimo in rapida rotazione con un campo magnetico mille miliardi di volte più potente di quello terrestre.

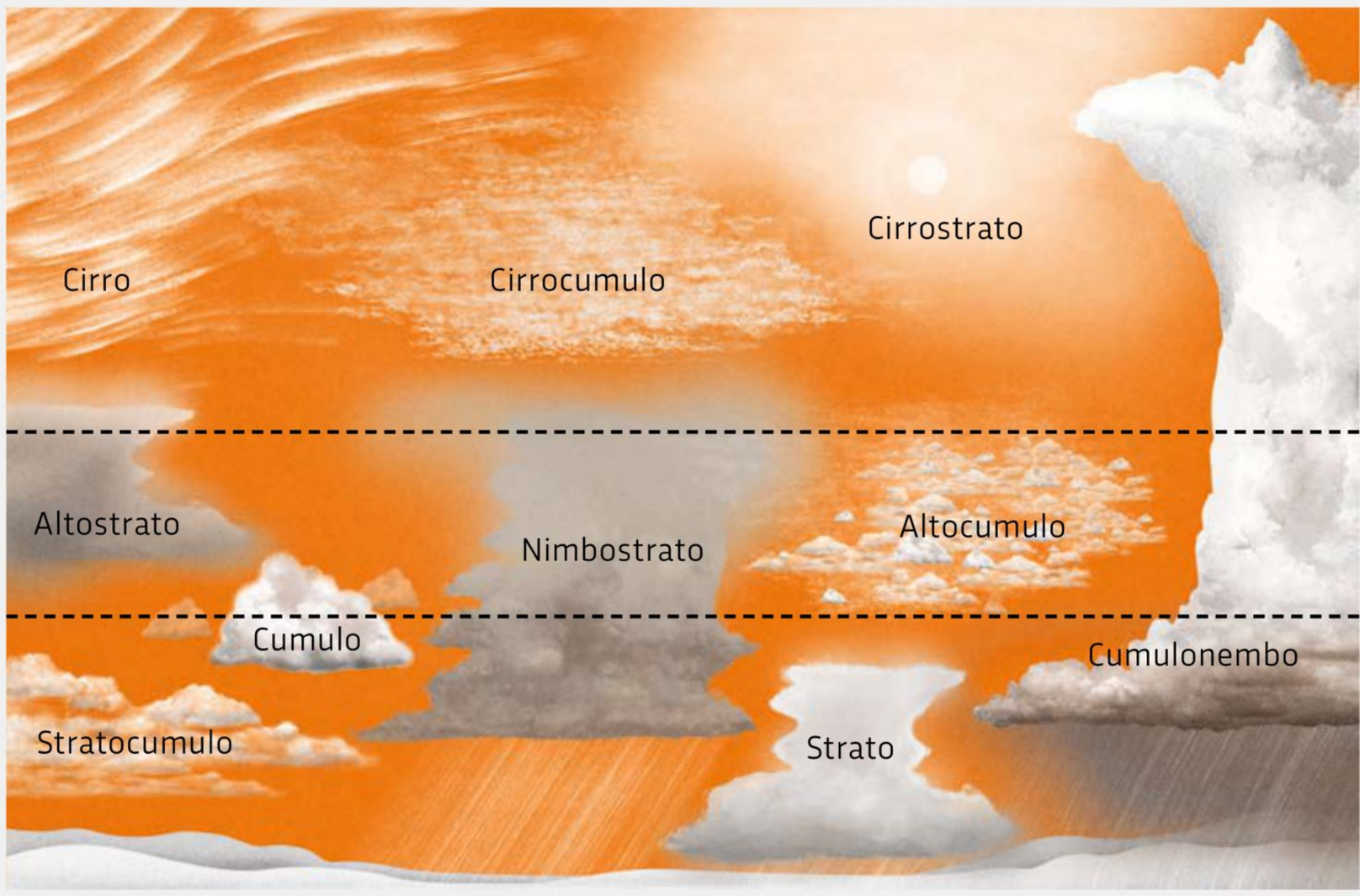
4. Questo campo magnetico emette onde radio nello Spazio come il fascio luminoso di un faro. B1919+21 era inizialmente soprannominata LGM-1, dalle iniziali di *little green men* (omini verdi), perché si pensava che il segnale somigliasse a un messaggio degli alieni.

GETTY IMAGES X7, ALAMY ILLUSTRATIONS: DAN BRIGHT

PERCHÉ I LIMONI SONO GIALLI E I LIME VERDI?

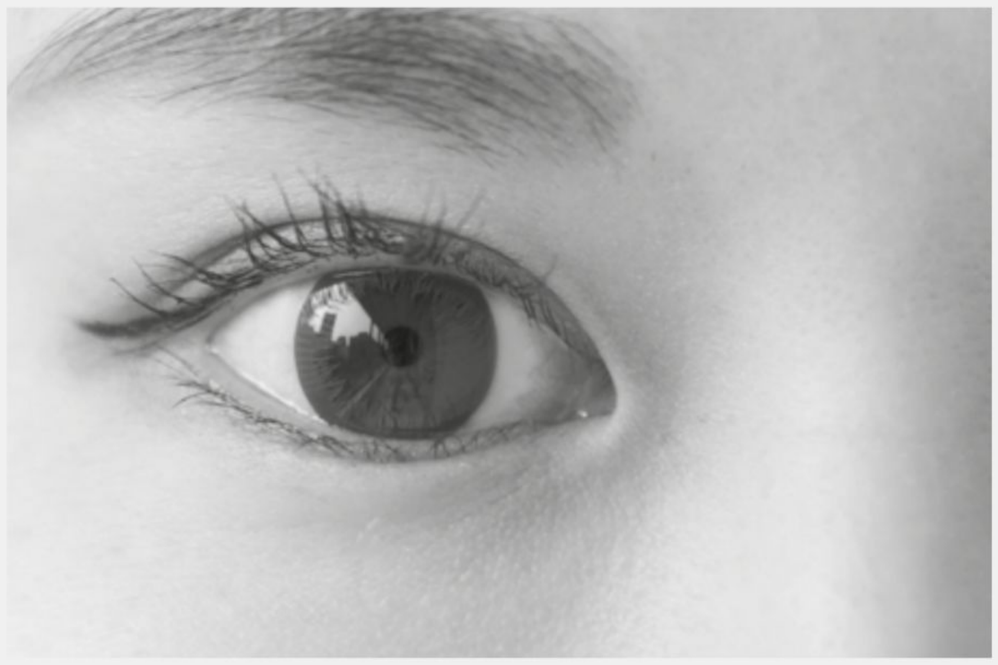
Tutti gli agrumi sono verdi mentre crescono sul ramo. I limoni perdono il loro colore verde maturando perché la clorofilla viene sostituita da un composto chimico detto antocianina. Anche molte specie di lime (o limetta) diventerebbero gialle se le si lasciasse sufficientemente a lungo sull'albero, ma non gliene viene data la possibilità, perché gli agrumi maturi sono troppo morbidi per viaggiare bene, e quindi si raccolgono i frutti mentre sono verdi e poco maturi. Le arance e i limoni continuano a maturare mentre li si porta nei supermercati, mentre una stranezza della biologia fa sì che i lime smettono di maturare una volta raccolti. *LV*

PERCHÉ IN CIELO CI SONO DUE STRATI DI NUBI?



Una nuvola si forma quando l'aria umida sale nell'atmosfera. Man mano che la temperatura e la pressione diminuiscono, il vapore acqueo trasportato nell'aria si condensa in minuscole gocce d'acqua o cristalli di ghiaccio e crea una nuvola. L'altezza alla quale si forma dipende dalla temperatura e dalla pressione dell'aria, nonché dalla quantità di acqua che contiene. L'Organizzazione meteorologica mondiale classifica le nuvole in tre grandi categorie in base all'altitudine, ma c'è una considerevole sovrapposizione perché le nuvole possono essere molto alte. Le nubi la cui base si trova ad altitudini inferiori a 2 km sono considerate basse: sono formate da goccioline d'acqua prevalentemente liquide e i tipi più comuni sono i cumuli, con la caratteristica forma a batuffolo, e gli strati, grigi e uniformi. Le nubi medie si trovano circa tra i 2 e i 7 km e comprendono le ampie distese degli altostrati e gli ammassi degli altocumuli (al loro interno l'acqua può essere liquida o ghiacciata a seconda dell'altitudine). Le nuvole alte hanno la base sopra i 5 km e sono formate da cristalli di ghiaccio, che danno loro un aspetto sottile o traslucido, come nei diafani cirri. ***AFC***

PERCHÉ GLI OCCHI HANNO FORME DIVERSE?



La principale differenza nella forma dell'occhio è il modo in cui la palpebra superiore incontra l'angolo interno dell'occhio. In molte etnie, compresi gli asiatici orientali, gli asiatici sudorientali, i polinesiani e i nativi americani, in questo punto c'è in genere una leggera piega, chiamata "piega epicantica". È dovuta a depositi di grasso sotto la pelle: una teoria è che si sia evoluta per proteggere l'occhio dal freddo o dalla luce ultravioletta più intensa che si incontra negli ambienti innevati e desertici. ***LV***

L'ACQUA FRIZZANTE IDRATA QUANTO QUELLA LISCIA?

Si penserebbe di sì, perché contiene tanta H_2O quanta l'acqua naturale. Ma nel 2016 la rivista *PLOS One* ha riportato lo studio di un gruppo internazionale di ricercatori che mostra che le bollicine ci inducono a pensare di aver bevuto più del vero: quindi beviamo di meno e rimaniamo meno idratati. ***RM***

DOMANDA DEL MESE

PERCHÉ CI SONO TANTE SPECIE DI PIPISTRELLI?

Nel mondo esistono più di 1200 specie di pipistrelli, che costituiscono quasi un quinto di tutte le specie di mammiferi. In parte la loro varietà è dovuta al fatto che i pipistrelli sono gli unici mammiferi che volano battendo le ali, cosicché le loro colonie possono percorrere lunghe distanze e isolarsi geograficamente l'una dall'altra, dividendosi in specie separate. Ma uno studio del 2011 presso l'Università del Massachusetts fa ritenere che questa eterogeneità possa essere dovuta anche al fatto che le diete delle diverse specie di pipistrelli tendono a essere altamente specializzate. Se una mutazione genetica provoca, per esempio, un piccolo cambiamento nella forma del cranio o nella forza del morso, un pipistrello può diventare in grado di nutrirsi di un nuovo tipo di frutto o di insetto immangiabile per gli altri pipistrelli nella stessa zona. Ciò dà un grande vantaggio selettivo ai discendenti di questo individuo e così la mutazione si diffonde. In un tempo breve dal punto di vista evolutivo, la popolazione si divide in due gruppi e nasce una nuova specie di pipistrelli. *LV*

INNOVAZIONI

PREPARIAMOCI AL DOMANI

Il "pollice" del progetto *The Third Thumb* ha due direttrici di movimento che gli consentono di prendere e tenere gli oggetti

Un braccio extra

Nel 2016, i ricercatori della Georgia Tech hanno messo a punto un braccio robotico che i batteristi possono attaccarsi con una cinghia alle spalle. Il braccio risponde al tempo e al ritmo della musica.

Esoscheletro robotico

Un esoscheletro controllato dalle onde cerebrali ha permesso a un uomo francese paralizzato di muovere tutti e quattro i suoi arti. Funziona tramite elettrodi impiantati sulla superficie del suo cervello.

Chiave-Chip

I chip impiantabili VivoKey consentono alle persone di aprire porte, condividere dati e avere accesso a siti web con un movimento della mano. Funzionano un po' come le carte di credito contactless..

Come il cervello impara a gestire un corpo "aumentato"

Ecco cosa accade ai nostri circuiti neurali quando usiamo protesi robotiche

Cosa faresti con un pollice in più? Lo useresti per migliorare le tue performance come chitarrista? Diventeresti un professionista della pallavolo o un esperto burattinaio del teatro delle ombre? Da tempo scienziati e ingegneri sono interessati a dare al corpo umano arti o dita aggiuntive. Abbiamo già visto batteristi con tre braccia e un sesto dito robotico per i pazienti colpiti da ictus. Ora, un progetto chiamato *The Third Thumb* (letteralmente Il terzo pollice) ha mostrato come il cervello si adatta a una parte del corpo "extra".

The Third Thumb è il lavoro di Dani Clode, ricercatrice e designer presso il Laboratorio di Plasticità allo University College di Londra. Il suo dispositivo è una protesi, realizzata con la stampa in 3D, controllata dai piedi. Sotto gli alluci si trovano dei sensori di pressione che rilevano il movimento e trasmettono l'informazione via Bluetooth a una sorta di bracciale equipaggiato con due motori che controllano il pollice attraverso guaine flessibili simili a quelle dei freni della bicicletta. Il pollice flessibile ha due direttrici di movimento libero (ciascuna controllata da un alluce) e si muove stranamente come quello vero.

DANI CLODE/DANICLODE.COM/INSTAGRAM @DANI_CLODE

QUESTI STUDI SARANNO IMPORTANTI PER CHI SVILUPPERÀ LA PROSSIMA GENERAZIONE DI DISPOSITIVI PROTESICI

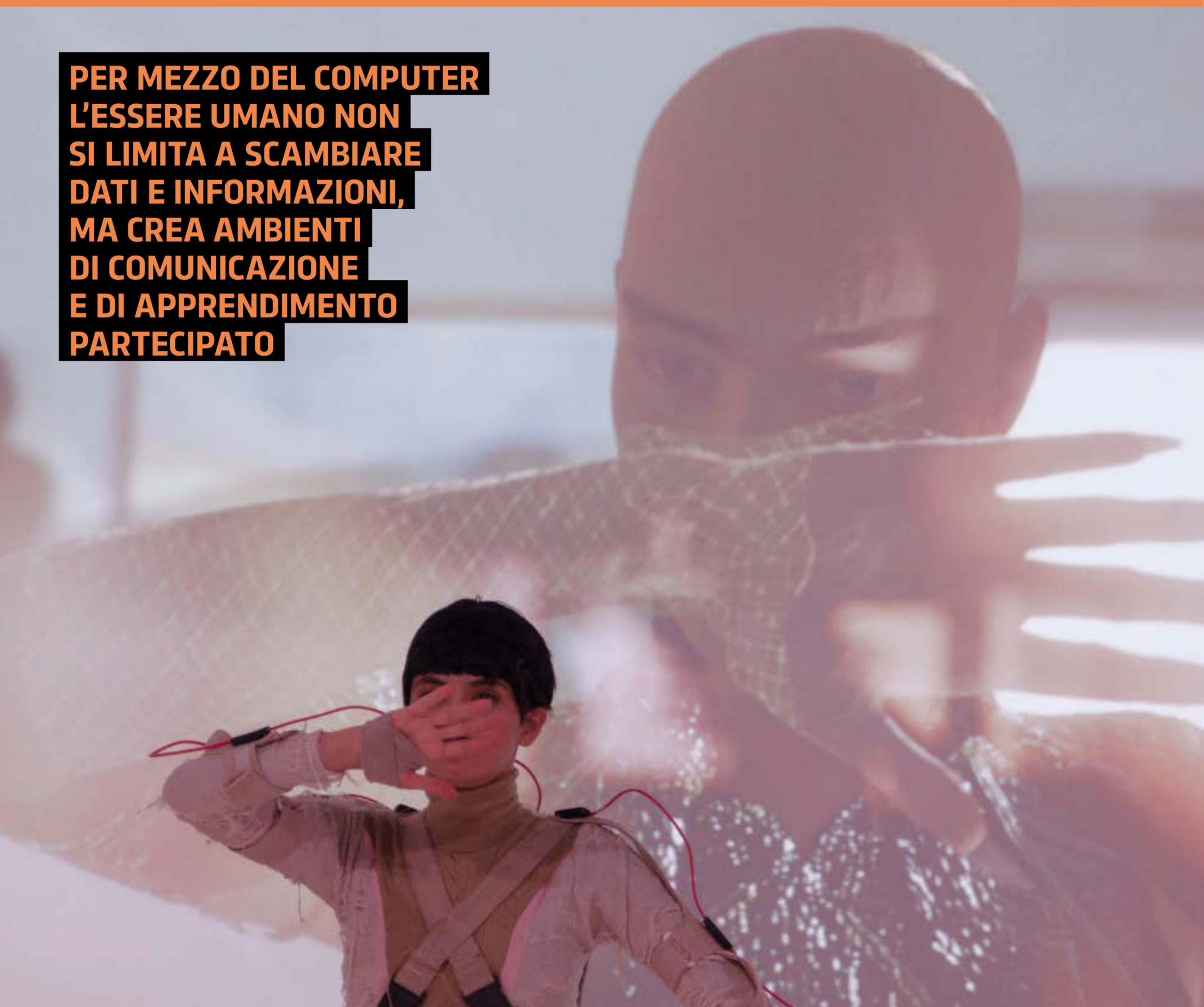
In un recente studio pubblicato su *bioRxiv* (un archivio online di articoli in versione preprint che devono ancora essere sottoposti a peer-review o pubblicati su una rivista), Clode e i suoi colleghi hanno indagato su cosa succede nel cervello quando le persone hanno un dito in più. Nel corso di cinque giorni, hanno addestrato i volontari a usare il pollice, chiedendo loro di svolgere vari compiti come costruire torri di mattoncini, alzare bicchieri di vino e raccogliere delle biglie da una tazza. Prima e dopo l'addestramento, i volontari sono stati sottoposti a una scansione del cervello usando la fMRI (risonanza magnetica funzionale). L'attenzione dei ricercatori si è concentrata su una particolare regione chiamata "corteccia somatosensoriale primaria", che viene attivata quando muoviamo le dita. Volevano scoprire se l'allenamento con il pollice poteva influenzare quest'area. I primi risultati hanno suggerito che è possibile: dopo il training, i volontari hanno in generale mostrato meno differenze tra i modelli di attività cerebrale per le singole dita. In altre parole, i modelli di attività del dito erano meno definiti e questo suggerisce che l'allenamento con il pollice ha indebolito la rappresentazione della mano nel cervello. Un esempio della sua plasticità, della sua capacità di "ricablare" se stesso quando affronta esperienze o situazioni nuove. Sono necessarie ulteriori ricerche per capire quale potrebbe essere l'effetto di queste sue potenzialità. I risultati saranno di grande interesse per chi svilupperà la prossima generazione di dispositivi protesici controllati dal cervello. Questa tecnologia "si basa in maniera significativa sulla capacità del nostro cervello di apprendere, adattarsi e interfacciarsi con questi dispositivi", scrivono i ricercatori. "Questa riuscita integrazione uomo-robot potrebbe, però, avere delle conseguenze su alcuni aspetti della rappresentazione corporea e del controllo motorio che devono ancora essere presi in esame ed esplorati".

L'INTERVISTA

Come cambia il rapporto uomo macchina

Dal sogno dell'Uomo volante di Leonardo al terrore della minaccia da parte delle macchine intelligenti del più recente immaginario cinematografico (*2001: Odissea nello spazio*, *Blade Runner*), la domanda è sempre la stessa: è l'uomo a gestire la macchina o è diventata la macchina a gestire l'uomo? L'imminente seconda edizione del VRE - Virtual Reality Experience offre l'occasione di un approfondimento sul tema con Simone Arcagni, docente all'Università di Palermo e autore de *L'occhio della macchina* (Einaudi)

PER MEZZO DEL COMPUTER L'ESSERE UMANO NON SI LIMITA A SCAMBIARE DATI E INFORMAZIONI, MA CREA AMBIENTI DI COMUNICAZIONE E DI APPRENDIMENTO PARTECIPATO



VRE - Virtual Reality Experience è il festival internazionale - ideato e diretto da **Mariangela Matarozzo -** dedicato al Cinema VR, e al vasto mondo delle Tecnologie immersive (Extended Reality - XR). Grazie alla partnership con VeeR (utilizzata, fra gli altri, anche dal Festival di Cannes), la selezione ufficiale, durante i giorni del festival, sarà fruibile in qualsiasi parte del mondo e in qualsiasi momento. Questa seconda edizione (16- 18 ottobre) sarà inserita all'interno della **Festa del Cinema di Roma** e avrà una duplice veste: le opere in concorso e le talk saranno disponibili in digitale, mentre le VR Experience e le live performance si terranno *on site* fra Villa Maraini e altre location della Capitale.

VRE - VIRTUAL REALITY EXPERIENCE - UFFICIO STAMPA JOBIN

PROFESSOR ARCAGNI, NELL'AMBITO DELLA RELAZIONE UOMO MACCHINA, QUALE RUOLO STANNO ASSUMENDO LE TECNOLOGIE EMERGENTI ?

L'uomo si confronta da sempre con la tecnica, essa è parte integrante del suo essere e sicuramente del suo cammino. La tecnologia nasce dall'osservazione della natura e poi dalla costruzione di modelli e sistemi di pensiero che infine portano alla realizzazione di macchine che sono utensili, strumenti con cui ritornare alla natura per modificarla, renderla agevole, persino piegarla al proprio volere.

Questa idea di strumento viene superata dal digitale, perché il digitale è qualcosa in più di un semplice toolbox e si propone come vero e proprio sistema di pensiero che affianca l'uomo e lo "aumenta".

La funzione delle stesse macchine (hardware, ma soprattutto software) va sempre più nella direzione di "integrare" e "ibridare" piuttosto che soddisfare un unico bisogno. I "cervelli" artificiali pensati da Alan Turing o John von Neumann (i padri del moderno computer), infatti, si pongono (soprattutto negli sviluppi odierni con la computer vision e l'intelligenza artificiale) come un vero e proprio sistema con cui l'uomo dialoga e non come semplice strumento. Per mezzo del computer l'essere umano non si limita a scambiare dati e informazioni, ma crea ambienti di comunicazione e di apprendimento partecipato. Si inserisce in un sistema sempre più complesso abitato da macchine, uomini, oggetti, animali. Qui sta il salto, lo iato, la "rivoluzione".

Io propongo di parlare, rifacendomi a Joseph Licklider, di simbiosi uomo-macchina. Simbiosi in quanto scambio necessario e come nuova frontiera della tecnologia. Una tecnologia che guarda (penso agli studi di Stephen Wolfram) sempre di più alla biologia.

PENSA SIA POSSIBILE, QUINDI, IMMAGINARE UN APPROCCIO UMANISTICO AL DIGITALE E ALLE NUOVE TECNOLOGIE? UNA SCELTA NATURALE O DELL'ETICA?

Dobbiamo pensare che la tecnologia sia una componente fondamentale dell'uomo poiché è il mezzo tramite cui crea il suo ambiente vitale. Non esiste una scissione tra scienza, tecnologia e umanistica. Si tratta di un artificio imposto (e di storia piuttosto recente). La tecnologia è nell'uomo, è l'uomo, è la sua comunicazione, il suo modo di orientarsi (e quindi anche di descriversi, dipingersi, raccontarsi). Bisogna quindi tornare a far dialogare con l'etica le discipline (da quella informatica a tutte le scienze), la comunicazione, la metafisica, la filosofia. Cosa che in fondo aveva già intuito Norbert Wiener fondando la Cibernetica che studiava proprio i sistemi di comunicazione di animali, uomini e macchine attraverso un approccio multidisciplinare.

In questa dimensione in cui è possibile programmare il DNA, realizzare sistemi complessi, far convergere conoscenze in uno scambio che tende virtualmente all'infinito… in questo scenario l'attenzione filosofica all'uomo e all'etica risulta fondamentale. Basti pensare al dibattito e alle diverse teorizzazioni generate intorno ai data che attraversano ogni campo: scientifico, filosofico e giuridico.

COME SI IMMAGINA IL FUTURO DEL VASTO MONDO DELLE TECNOLOGIE IMMERSIVE?

Pensiamo a uno dei temi emergenti in cui è adoperata la Realtà virtuale, o meglio ancora, le Extended Reality (XR): la creazione di ambienti immersivi a 360°, interattivi. Veniamo calati in una zona franca tra il reale e il virtuale, assistiti da intelligenze artificiali che recepiscono dati e apprendono dal nostro dialogo con loro. Ambienti che possono essere esplorati tramite sensori, magari condivisi, e che algoritmi genetici rendono virtualmente infiniti. Non si tratta di un immaginario fantascientifico, sta già accadendo, e ci fornisce riflessioni sulla nostra concezione del tempo e dello spazio, sul corpo e sul pensiero. Persino la metafisica e l'ontologia, oltre all'etica, divengono un bagaglio indispensabile, perché non dobbiamo più porci la domanda: cosa fanno queste tecnologie? Bensì la ben più pregnante: cosa siamo con queste tecnologie? ■

ANGOLO RELAX

a cura di ***Alessandro Agnoli***

LE SOLUZIONI SONO A PAGINA 95

SUDOKU

Per risolvere uno schema di sudoku devi riempire tutte le caselle in modo che ogni riga, ogni colonna e ogni settore contenga le cifre da 1 a 9 senza ripetizioni.

		5		8	9	4		
	7		3		6		8	
6		9			7			3
	1					8	9	2
4				9				1
8	9	6					4	
3			7			9		6
	6		9		1		3	
		2	6	3		7		

				8			1	6
	7		4	5	1			9
				6	3	4		
	1					8	6	
5	6	3				9	2	1
	9	4					7	
		5	3	7				
7			2	9	5		4	
9	8			1				

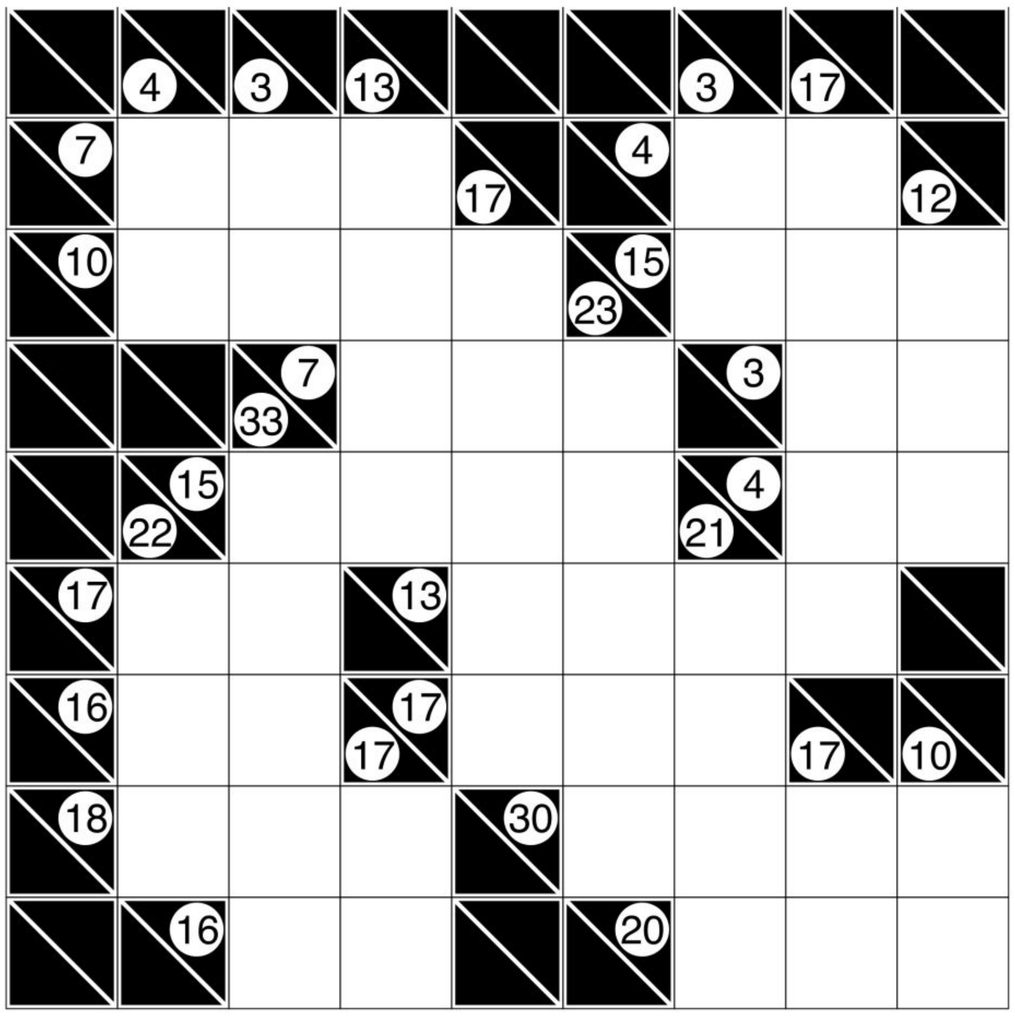
KILLER

In questa variante del sudoku vi sono una serie di "zone" individuate dal bordo tratteggiato e da un numerino in alto a sinistra: sommando i numeri contenuti in ciascuna zona (che devono essere sempre diversi) si ottiene proprio quel numerino.

35					4		10	3
8	3	12		5	16			
		6	11		14		24	
13				12		4		
12		21					12	
7	8		16		11	15	6	
		4		15			17	11
17	11	3			7			
		16		16				

KAKURO

La regola è semplicissima: le caselle vuote vanno riempite con le cifre da 1 a 9. La somma delle cifre di ogni blocco di celle orizzontale o verticale deve essere uguale al numero indicato a sinistra o sopra lo stesso blocco. Ciascuna cifra non può ripetersi nel medesimo blocco. Ecco tutto!



Partendo dalla parola in alto e terminando con quella in basso, collega in una catena tutti i termini proposti. Il collegamento può avvenire per anagramma, attinenza, sinonimo, contrario ecc.

CATENE DI PAROLE

FILO LOGICO

I cinque indizi sono tutti correlati a una sesta parola: quale?

VERDE

SUPERIORE

CORDA

AREA

TESTA

MAI 4

Riempi la griglia con O e X in modo che non vi siano mai quattro simboli uguali consecutivi in nessuna riga, colonna né diagonale.

			X		X		O	X	X
		O						X	
X	X	X			X		O	X	
O	X			O		O	O		
O			X			X			
X		O		O				X	
X	X	X					O		
					X		O	O	
	O	O			O				
X	O	O						X	

FIORENZA	1
	Contorno
	Rossa
	Frazione
	Zeppa
	Carpe
	Occhi
	Scarpe
	Secondo
	Piena
	Luna
	Lince
DIEM	

DIALETTO	2
	Giallo
	Pagani
	Arancino
	Reti
	Siciliano
	Notturna
	Pagina
	Canarino
	Riti
	Pesca
	Libro
GUARDIA	

Il cuore ha le sue ragioni, che la ragione non conosce.

Blaise Pascal

TUTTI I VENERDÌ IN EDICOLA IL MIGLIOR APPUNTAMENTO PER GLI APPASSIONATI DI SUDOKU!

OGNI 10 DEL MESE IN EDICOLA I MIGLIORI ROMPICAPO LOGICI PER TUTTI!

...TUTTO QUESTO E MOLTO ALTRO!

LO DICE IL DOTTORE

COME RIMANERE GIOVANI

MICHAEL MOSLEY

è scrittore e presentatore del programma *Trust Me, I'm A Doctor.*

Digiunare potrebbe aiutare a riportare indietro le lancette del tempo?

Nel 2012 ho realizzato un documentario scientifico chiamato "*Mangiare, digiunare e vivere più a lungo*" che indagava i fondamenti scientifici di alcuni metodi per allungare la vita in una maniera sana "riportando indietro le lancette dell'orologio". La conclusione è stata che l'unico modo comprovato per farlo era limitando le calorie. Sono trascorsi otto anni e oggi ci sono prove ancora più schiaccianti dei benefici della restrizione calorica o del digiuno intermittente (durante il quale si riducono le calorie per due giorni alla settimana).

I primi indizi risalgono agli anni '30 del secolo scorso, quando alcuni ricercatori della Cornell University, guidati da Clive McCay, sottoposero un gruppo di topi a una dieta ipocalorica, scoprendo con grande sorpresa che i topi alimentati con il 30 per cento di calorie in meno del normale erano vissuti il 40 per cento in più. Questi ultimi erano anche meno colpiti dalle patologie legate all'età, come il cancro e le malattie cardiache.

Studi successivi hanno dimostrato che lo stesso vale per quasi tutte le altre specie animali che sono state sottoposte a dieta ipocalorica - non solo gli esemplari vivevano più a lungo ma erano molto più sani. E per quanto riguarda gli esseri umani? In un recente studio, CALERIE (Comprehensive Assessment of the Long-Term Effects of Reducing Intake of Energy, Valutazione degli effetti a lungo termine della limitazione di apporto di energia), i ricercatori hanno

PORTRAIT: KATE COPELAND ILLUSTRATION: JASON RAIS, 123RF

testato gli effetti a lungo termine della restrizione calorica su soggetti non obesi. Nello studio, 218 persone sane e di peso normale sono state assegnate in modo casuale a un regime alimentare che prevedeva una diminuzione nell'apporto calorico giornaliero del 15 per cento per due anni oppure alla prosecuzione dell'alimentazione come d'abitudine. Quelli del gruppo con calorie ridotte, in maniera tutt'altro che sorprendente, non solo hanno perso peso (mediamente nove chilogrammi) ma hanno anche sperimentato grandi miglioramenti nell'ambito dei fattori di rischio, compresi il colesterolo, la pressione sanguigna e la proteina C-reattiva (una misura dell'infiammazione). Hanno riportato anche miglioramenti del sonno, del desiderio sessuale e della qualità della vita. Come afferma uno

"I miglioramenti nella memoria coincidevano con i picchi massimi nel livello di chetoni"

dei principali ricercatori, Leanne Redman, professore associato di scienze cliniche al Pennington Biomedical Research Center: "Abbiamo scoperto che le persone che sono già sane e magre possono comunque trarre beneficio da un regime di restrizione calorica".

Per quale motivo accade? Forse la risposta è in un'altra scoperta recente: la riduzione calorica sopprime il normale aumento dell'infiammazione legato all'età, ampiamente riconosciuto come una delle principali cause di demenza, malattie cardiache e cancro. Personalmente, trovo l'idea della restrizione calorica a lungo termine un po' impegnativa, ecco perché ho deciso di optare per la dieta 5: 2, una forma di digiuno intermittente oggi molto popolare. Ha migliorato notevolmente la mia salute e sono stato felice di leggere un recente articolo del *New England Journal Of Medicine* che ha esaminato tutte le ricerche disponibili e ha concluso che i benefici del digiuno intermittente sono molto diffusi. L'articolo sosteneva che non solo migliora la regolazione della glicemia e della pressione sanguigna, ma aumenta la resistenza allo stress e sopprime l'infiammazione. Tutti buoni motivi per "dare un taglio", nel vero senso della parola ■

SOLUZIONI
DELL'ANGOLO RELAX

SUDOKU

1	3	5	2	8	9	4	6	7
2	7	4	3	1	6	5	8	9
6	8	9	5	4	7	1	2	3
5	1	7	4	6	3	8	9	2
4	2	3	8	9	5	6	7	1
8	9	6	1	7	2	3	4	5
3	4	1	7	2	8	9	5	6
7	6	8	9	5	1	2	3	4
9	5	2	6	3	4	7	1	8

4	5	9	7	8	2	3	1	6
3	7	6	4	5	1	2	8	9
1	2	8	9	6	3	4	5	7
2	1	7	5	3	9	8	6	4
5	6	3	8	4	7	9	2	1
8	9	4	1	2	6	5	7	3
6	4	5	3	7	8	1	9	2
7	3	1	2	9	5	6	4	8
9	8	2	6	1	4	7	3	5

KILLER

7	9	6	8	5	1	3	4	2
5	2	8	4	3	7	9	6	1
3	1	4	6	2	9	5	7	8
6	7	2	5	4	8	1	3	9
4	8	9	3	1	2	6	5	7
1	3	5	7	9	6	8	2	4
2	4	3	1	8	5	7	9	6
9	6	1	2	7	3	4	8	5
8	5	7	9	6	4	2	1	3

KAKURO

1	2	4	■	■	1	3	■
3	1	2	4	■	2	5	8
■	■	1	2	4	■	2	1
■	5	6	3	1	■	1	3
9	8	■	1	2	4	6	■
7	9	■	7	9	1	■	■
6	4	8	■	7	9	8	6
■	7	9	■	■	7	9	4

MAI 4

	X	O	X	X	X	O	O	X	X
X	O	O	O	X	O	X	X	X	O
X	X	X	O	O	X	O	O	X	X
O	X	O	X	O	X	O	O	O	X
O	X	O	X		X	X	O	X	O
X	O	O	X	O		O	X	X	X
X	X	X	O	X	X	O	O	O	X
O	O	X	O	X	X	X	O	O	O
X	O	O	O	X	O	O	O	X	X
X	O	O	X	O	X	O	X	X	

FILO LOGICO

Capo

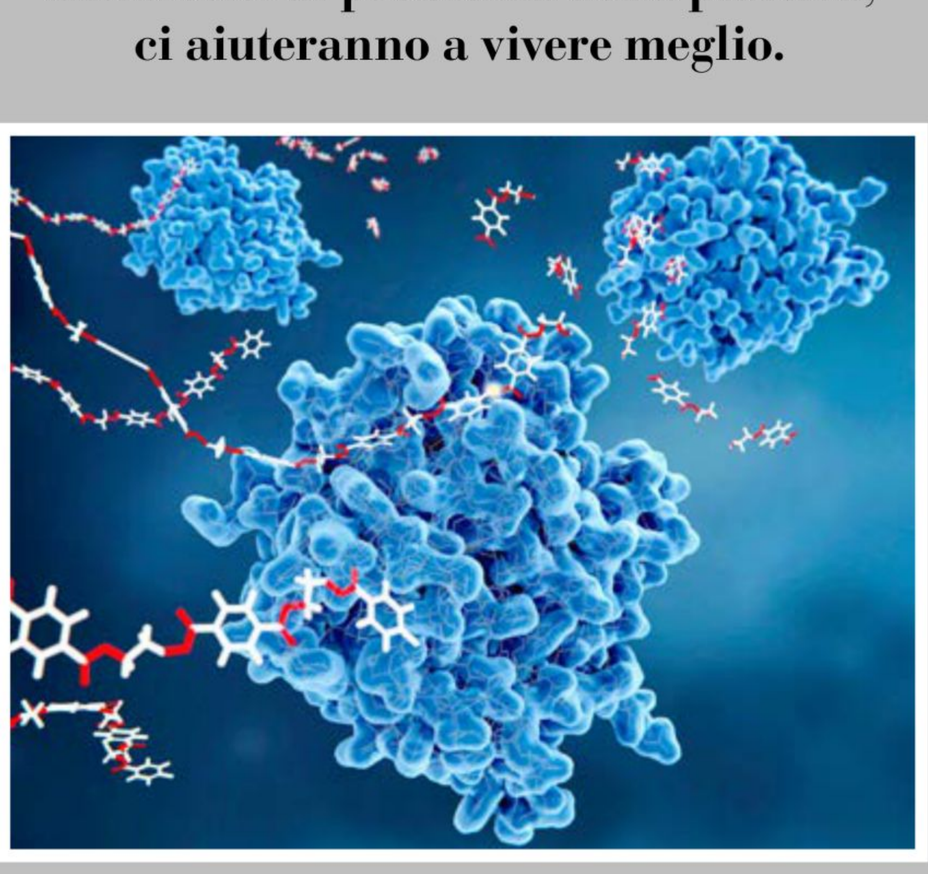
CATENE DI PAROLE

1. Fiorenza - Frazione - Secondo Contorno - Occhi - Lince - Rossa Luna - Piena - Zeppa - Scarpe Carpe - **Diem**
2. Dialetto - Siciliano - Arancino Canarino - Giallo - Libro - Pagina Pagani - Riti - Reti - Pesca Notturna - **Guardia**.

PROSSIMAMENTE

LA RIVOLUZIONE DEI MICROBI

Una nuova ondata di batteri sta arrivando. Ma niente paura. Dall'inquinamento all'energia, dagli antibiotici al problema della plastica, ci aiuteranno a vivere meglio.



UN OCEANO DI MISTERI

Il più grande habitat del Pianeta è anche quello che conosciamo meno. Ora, però, utilizzando i progressi della tecnologia la ricerca ha fatto grandi passi avanti. Ecco tutto quello che di nuovo è stato scoperto

IN USCITA IL 13 NOVEMBRE

SCIENZE

Bimestrale - prezzo di copertina 5,90 €
www.sprea.it - redazione@bbcscience.it

Realizzazione editoriale a cura di:
Studio Editoriale Brillante s.r.l. diretto da Giuseppe Brillante
Hanno collaborato:
Anna Cessa, Luca Tarenzi, Daniele Gewurz, Emilio Vitaliano

Sprea S.p.A.
Sede Legale: Via Torino, 51 20063 Cernusco Sul Naviglio (Mi) - Italia
PI 12770820152- Iscrizione camera Commercio 00746350149
Per informazioni, potete contattarci allo 02 924321

CDA: Luca Sprea (Presidente), Alessandro Agnoli (Amministratore Delegato), Maverick Greissing (Consigliere Delegato)

ADVERTISING, SPECIAL PROJECTS & EVENTS
Marketing: Mauro Fabbri - maurofabbri@sprea.it
Segreteria: Emanuela Mapelli - Tel. +39 0292432244 - emanuelamapelli@sprea.it
Events Production: Giulia Sprea (Mind Sr.l.) - giulia@sprea.it

SERVIZIO QUALITÀ EDICOLANTI E DL
Sonia Lancellotti, Virgilio Cofano : tel. 02 92432295/440 - distribuzione@sprea.it

ARRETRATI
Arretrati: si acquistano on-line su www.sprea.it
Mail: store@sprea.it
Fax: 02 56561221 - Tel: 02 87168197 (lun-ven / 9:00-13:00 e 14:00-18:00)
WhatsApp: 329 3922420

FOREIGN RIGHTS
Gabriella Re: tel . 02 92432262 - international@sprea.it

SERVIZI CENTRALIZZATI
Art director: Silvia Taietti
Grafici: Marcella Gavinelli, Alessandro Bisquola, Nicolò Digiuni, Tamara Bombelli, Luca Patrian
Coordinamento: Gabriella Re, Silvia Vitali , Alessandra D'Emilio,
Roberta Tempesta, Elisa Croce, Laura Vezzo, Laura Galimberti, Michela Lampronti,
Francesca Sigismondi, Tiziana Rosato, Milena Sacchi
Amministrazione: Erika Colombo (responsabile), Irene Citino, Sara Palestra,
Danilo Chiesa, Desirée Conti - amministrazione@sprea.it

Scienze, registrata al tribunale di Milano il 03/12/2010 con il numero 649.
ISSN: 2281-714X
Direttore responsabile: Luca Sprea

Distributore per l'Italia:
Press-Di Distribuzione stampa e multimedia s.r.l. - 20090 Segrate
Distributore per l'Estero: So.Di.P S.p.A.
Via Bettola, 18 - 20092 Cinisello Balsamo (MI)
Tel +39 02 66030 400 - Fax +39 02 66030 269 - sies@sodip.it

Stampa: Arti Grafiche Boccia S.p.A.Via Tiberio Claudio Felice,7- 84131 Salerno

Copyright : Sprea S.p.A. - Immediate Media Co Ltd - BBC Uk Publishing

Informativa su diritti e privacy
La Sprea S.p.A. titolare esclusiva della testata Scienze e di tutti i diritti di pubblicazione e di diffusione in Italia. L'utilizzo da parte di terzi di testi, fotografie e disegni, anche parziale, è vietato. L'Editore si dichiara pienamente disponibile a valutare - e se del caso regolare - le eventuali spettanze di terzi per la pubblicazione di immagini di cui non sia stato eventualmente possibile reperire la fonte. Informativa e Consenso in materia di trattamento dei dati personali (Codice Privacy d.lgs. 196/03). Nel vigore del D.Lgs 196/03 il Titolare del trattamento dei dati personali, ex art. 28 D.Lgs. 196/03, è Sprea S.p.A. (di seguito anche "Sprea"), con sede legale in Via Torino, 51 Cernusco sul Naviglio (MI). La stessa La informa che i Suoi dati, eventualmente da Lei trasmessi alla Sprea, verranno raccolti, trattati e conservati nel rispetto del decreto legislativo ora enunciato anche per attività connesse all'azienda. La avvisiamo, inoltre, che i Suoi dati potranno essere comunicati e/o trattati (sempre nel rispetto della legge), anche all'estero, da società e/o persone che prestano servizi in favore della Sprea. In ogni momento Lei potrà chiedere la modifica, la correzione e/o la cancellazione dei Suoi dati ovvero esercitare tutti i diritti previsti dagli artt. 7 e ss. del D.Lgs. 196/03 mediante comunicazione scritta alla Sprea e/o direttamente al personale Incaricato preposto al trattamento dei dati. La lettura della presente informativa deve intendersi quale presa visione dell'Informativa ex art. 13 D.Lgs. 196/03 e l'invio dei Suoi dati personali alla Sprea varrà quale consenso espresso al trattamento dei dati personali secondo quanto sopra specificato. L'invio di materiale (testi, fotografie, disegni, etc.) alla Sprea S.p.A. deve intendersi quale espressa autorizzazione alla loro libera utilizzazione da parte di Sprea S.p.A. Per qualsiasi fine e a titolo gratuito, e comunque, a titolo di esempio, alla pubblicazione gratuita su qualsiasi supporto cartaceo e non, su qualsiasi pubblicazione (anche non della Sprea S.p.A.), in qualsiasi canale di vendita e Paese del mondo.

Il materiale inviato alla redazione non potrà essere restituito.

Contenuti su licenza:

BBC
BBC UK Publishing
Director of Editorial Governance - Nicholas Brett
Publishing Director - Chris Kerwin
Publishing Coordinator: Eva Abramik
UK.Publishing@bbc.com
www.bbcworldwide.com

IMMEDIATE MEDIA CO

Articles in this issue are translated or reproduced from BBC Focus magazine and are the copyright of or licensed to © Immediate Media Co. Bristol Limited, UK 2020. Used under licence. All rights reserved.

Focus UK
Editor-in-Chief – Daniel Bennett
Production Editor - Alice Lipscombe-Southwell
Art editor – Joe Eden
BBC Studios, UK Publishing
Publishing Director - Chris Kerwin
Director of Editorial Governance - Nicholas Brett
Publishing Coordinator – Eva Abramik
UK.publishing@bbc.com
www.bbcworldwide.com/uk--anz/ukpublishing.aspx
Immediate Media Co Ltd
Chairman – Martin Weiss
CEO – Tom Bureau
Director of International Licensing and Syndication – Tim Hudson
International Partners Manager –Molly Hope-Seton

IN EDICOLA

Lifecycling PROFESSIONAL

BICI ITINERARI

112 PAGINE DI RACCONTI E GUIDE PER VIAGGIARE IN BICICLETTA!

SCOPRI I PERCORSI PIÙ BELLI D'ITALIA!

VIAGGIO IN UMBRIA
Il fotoracconto esclusivo per scoprire una delle regioni più affascinanti d'Italia!

LUNGOMARE
La Ciclovia Adriatica, tra bagni e bici!

LA VIA APPIA
Viaggiando verso Sud lungo la Regina Viarum degli Antichi Romani!

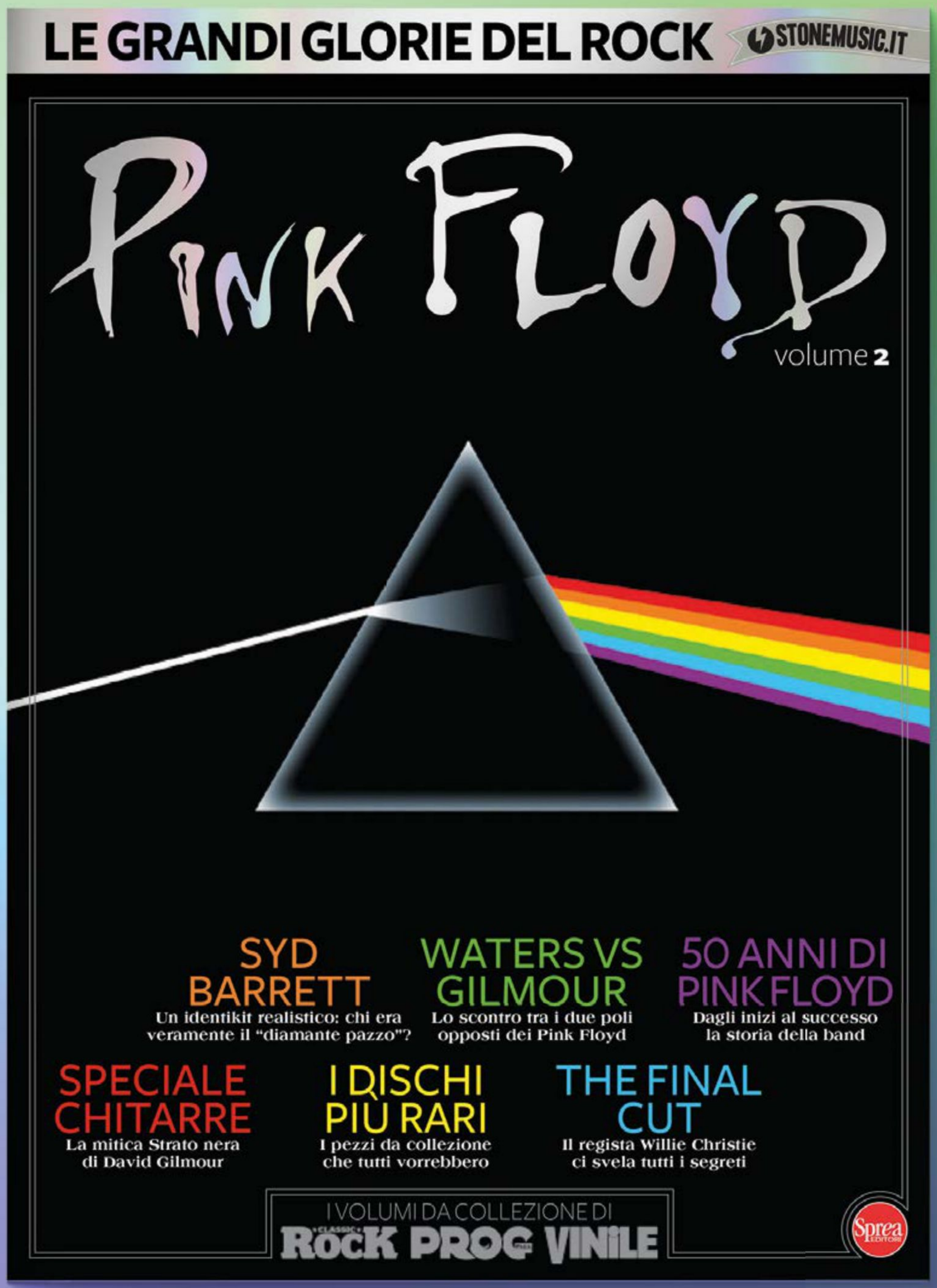
I CONSIGLI PER PEDALARE NEL MASSIMO DELLA SICUREZZA

Sprea EDITORI

Scansiona il QR Code

Acquistala su www.sprea.it/biciitinerari anche in versione digitale

IN EDICOLA



Scansiona il QR Code

Acquistala su www.sprea.it/glorierock
anche in versione digitale